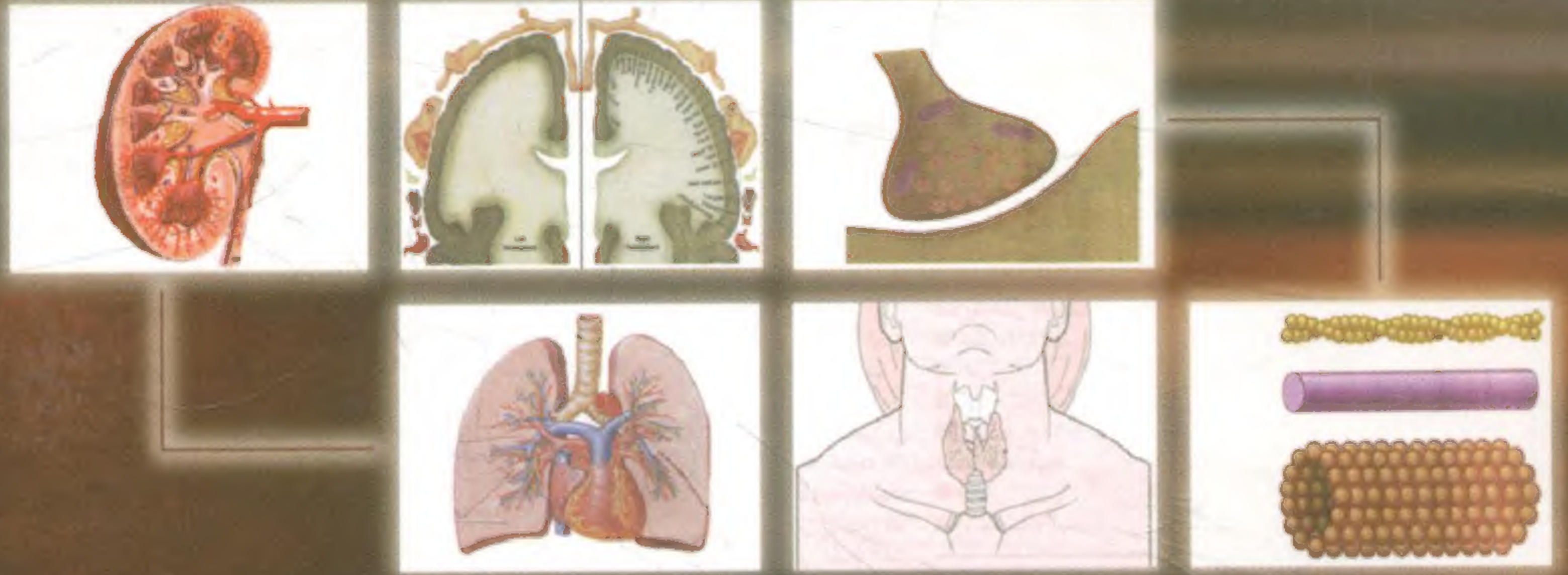


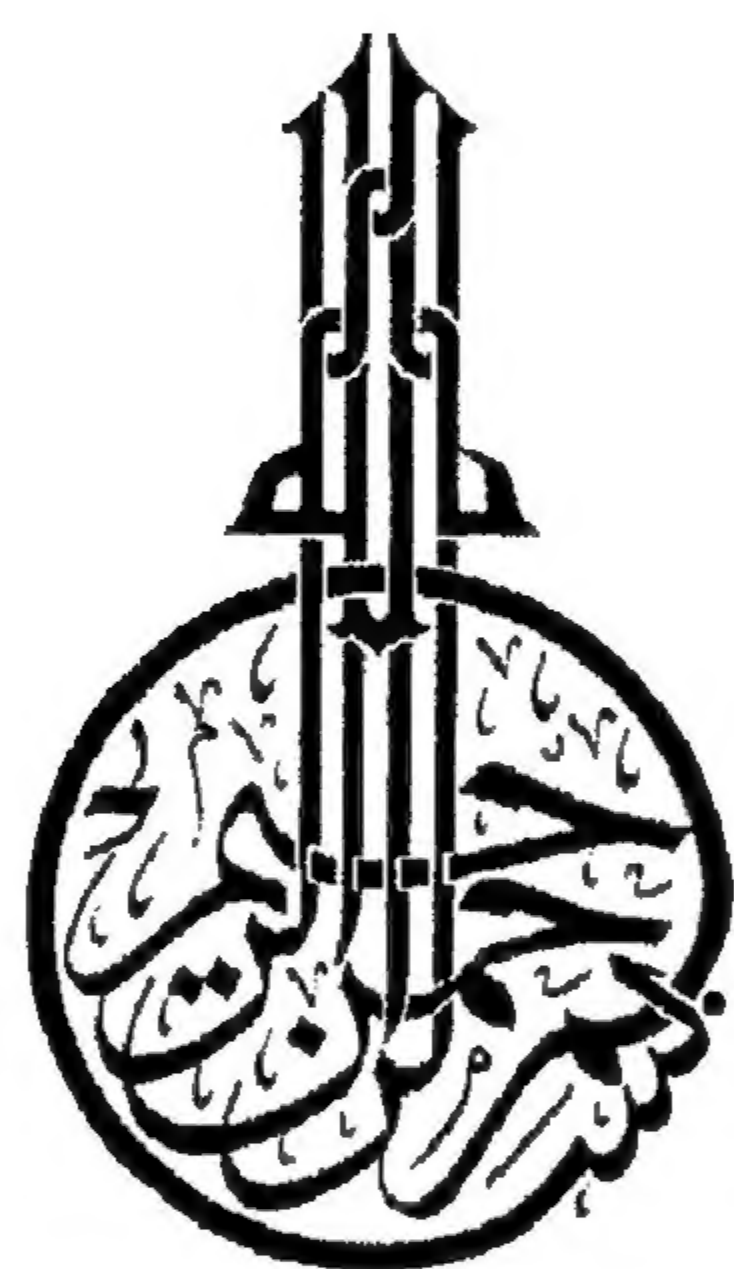
أسس علم وظائف أعضاء الإنسان



تأليف

أ.د. نبيل أبو هيكل سيد أحمد

أ.د. علي بن عبدالله القرعاوي



أسس علم وظائف أعضاء الإنسان

تأليف

الدكتور علي بن عبد الله القرعاوي
أستاذ علم وظائف الأعضاء
جامعة حائل

الدكتور نبيل أبو هيكل سيد أحمد
أستاذ علم وظائف الأعضاء
قسم الطب البيطري ، جامعة القصيم

ح) جامعة القصيم (١٤٣١هـ / ٢٠١٠م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

أحمد، نبيل أبو هيكل

أسس علم وظائف أعضاء الإنسان. / نبيل أبو هيكل أحمد؛ علي بن

عبدالله القرعاوي. - بريدة، ١٤٣١هـ -

٣٧٧ ص؛ ١٧×٢٤ سم

ردمك: ٧-٢١-٨٠١٨-٦٠٣-٩٧٨

١- علم وظائف الأعضاء أ. القرعاوي، علي بن عبدالله (مؤلف مشارك)

ب. العنوان

١٤٣١/٦٢٤٢

ديوي ٦١٢

رقم الإيداع: ١٤٣١/٦٢٤٢

ردمك: ٧-٢١-٨٠١٨-٦٠٣-٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق على نشره

بعد اطلاعه على تقارير المحكمين وذلك بقراره رقم (١٩-٢٥ / ١٤٣٠).

إهداء

إهداء خاص إلى جلالة الملك خادم الحرمين الشريفين الملك عبد الله بن عبد العزيز،
حفظه الله.

وإلى صاحب السمو الملكي الأمير/ سلطان بن عبد العزيز ولي العهد والمفتش
العام. وإلى صاحب السمو الملكي الأمير/ نايف بن عبد العزيز النائب الثاني وإلى صاحب
السمو الملكي الأمير/ فيصل أمير منطقة القصيم. وإلى أصحاب السمو الملكي الأمراء.
وإلى طلاب جامعة القصيم وكل جامعات المملكة العربية السعودية وإلى أهلي في
جمهورية مصر العربية وإلى شعوب الوطن العربي وإلى كل طلاب كليات الطب البشري
والصيدلة والطب البيطري والزراعة والعلوم والتربية في كل الجامعات العربية. وأيضا
أهدي هذا العمل المتواضع إلى أسرتي الصغيرة زوجتي وأبنائي وبناتي وإلى العائلة الكريمة .
ونرجو من الله سبحانه وتعالى أن يجعل هذا العمل المتواضع في ميزان حسناتنا.
وأن يجعله علما نافعا وصدقة جارية نبتغي بها وجه الله العليم القدير الخالق الباري المصور
له الأسماء الحسني.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته.

المؤلفان

شكر خاص

نتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى سعادة الأستاذ الدكتور خالد الحمودي مدير جامعة القصيم وأسأل الله العلي القدير أن يكون ذلك في ميزان حسناته.

وللجامعة لدعمها لنشر هذا العمل المتواضع وكذلك الشكر لسعادة الأستاذ الدكتور / أحمد الرقية وكيل الجامعة وسعادة الأستاذ الدكتور عميد البحث العلمي بالجامعة وأتقدم أيضا بالشكر الخاص لسعادة الأستاذ الدكتور/ عبد الرحمن ابراهيم الحميد عميد كلية الزراعة والطب البيطري لما بذله من جهد في المساعدة على نشر هذا الكتاب.

وخالص الشكر والتقدير لسعادة الأستاذ الدكتور/ مساعد أحمد الضبيب رئيس قسم الطب البيطري جامعة القصيم . الذي قدم الدعم المنعوي لنشر هذا العمل وشكر خاص لسعادة الأستاذ عبد الرحمن - محرر الكتاب وإلى كل من ساهم في اخراج هذا العمل. خصوصا المهندس/ أحمد نبيل أبوهيكل الذي ساهم في عمل الأشكال والرسوم.

لهم منا جزيل اشكر والتقدير والله نسائل أن يجعل هذا العمل المتواضع فية منافع لكل من يقرأه . وأن يجعله في ميزان حسناتنا يوم لا ينفع مال ولا بنون إلا من آتى الله بقلب سليم.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته.

المؤلفان

مقدمة

يحتوي هذا الكتاب علي الأسس العامة لعلم وظائف الأعضاء عامة وعلم وظائف أعضاء الإنسان خاصة. ويتناول هذا العلم دراسة كل العمليات الحيوية التي تحدث في كل خلايا وأنسجة وأعضاء الجسم المختلفة . ويهدف هذا العلم وهو من العلوم الطبية الأساسية إلي التعرف على كل وظائف الكائن البشري وغيره من الثدييات . ويستفيد من هذا الكتاب طلاب كليات الطب والصيدلة والطب البيطري والزراعة والعلوم والتربية وأيضا كافة القراء.

يمكن لطلاب قسم علوم الأغذية وتغذية الإنسان الاستفادة من دراسة هذا العلم وهو أحد المقررات الدراسية المطلوبة لإتمام الدراسة بهذا القسم . ويشمل علم وظائف الأعضاء دراسة فسيولوجيا الخلايا والدم والجهاز القلبي الوعائي وفسيولوجيا الجهاز الهضمي وعمليات هضم وامتصاص الغذاء وإمداد الجسم بالطاقة الحيوية وأيضا دراسة عمليات التنفس ونقل الغازات التنفسية ودراسة وظائف الجهاز العصبي والغدد الصماء والتي تسيطر علي معظم العمليات الحيوية التي تحدث في الجسم . ودراسة فسيولوجيا الأعصاب والعضلات الهيكلية والملساء وجهاز الإخراج .

ويهدف أيضا هذا العلم إلى ربط كل هذه الأعضاء والأجهزة مع بعضها ببعض حيث تتعاون كل أعضاء الجسم معا للوصول إلي أمثل معدلات الحفاظ علي ثبات البيئة الداخلية لجسم الإنسان مما يسهل لأعضاء الجسم القيام بجميع الوظائف الحيوية. ويهتم

أيضا بكيفية وآلية عمل هذه العمليات الهامة لحياه الإنسان . ويمكن للدارسين في قسم علوم الأغذية وتغذية الإنسان معرفة ما يحدث داخل الجسم وبالتالي دراسة مدى احتياج كل خلايا وأنسجة الجسم من الطاقة في صورة الغذاء . وبالتالي الحفاظ على أداء الوظائف الحيوية بصورة طبيعية والحد كذلك من ظهور الحالات المرضية المتعلقة بالإصابة ببعض أمراض استقلاب وسوء التمثيل الغذائي . ويهتم هذا العلم بدراسة المستويات الطبيعية لمكونات الخلايا الحية ومستويات الجلوكوز والأملاح والمعادن والفيتامينات والهرمونات والأنزيمات والغازات التنفسية والماء والسوائل في جسم الإنسان.

ويقدم هذا الكتاب في صور مبسطة أسس هذا العلم ويشمل الكتاب تسعة فصول ويحتوي علي العديد من الصور التوضيحية الملونة وغير الملونة . وتم الحصول عليها وتعريب المصطلحات بها من المصادر الأجنبية والأشكال والجداول والمقارنات التي تسهل عملية فهم واسترجاع المعلومات لدي الدارسين .

ونشكر الله العظيم على أن وفقنا لطرح هذه المعلومات في أبسط الصور .
ونشكر الله العلي القدير على أن هدانا إلي إنجاز وإظهار هذا الكتاب في أحسن صورة
ونشكر كذلك كل من ساعدانا في اخراج هذا الكتاب والسلام

المؤلفان

المحتويات

إهداء	هـ
شكر خاص	ز
مقدمة	ط
الفصل الأول: فسيولوجيا الخلية	١
مقدمة	١
أنواع الخلايا	٢
الأعضاء والأجهزة	٦
البيئة الداخلية والاستتباب الداخلي	٨
أجزاء سوائل الجسم	١١
الأس الهيدروجيني	١٤
التركيب والوظيفة لمكونات الخلية	١٨
تنظيم الخلايا	١٩
تركيب الخلية	٢٢
إنتاج الطاقة في الخلية	٢٩

الأغشية الخلوية "التركيب والوظائف"	٣٠
الفصل الثاني: الجهاز العصبي	٣٥
أولاً: الجهاز العصبي المركزي	٣٥
ثانياً: الجهاز العصبي المحيطي	٣٦
خواص المستقبلات	٥٢
الإحساس في العضلات	٥٣
الجهاز العصبي الذاتي (اللاإرادي)	٥٨
النواقل الكيميائية	٦٩
الناقل الكيميائي الأدرينالين "النور أدرينالين"	٧٢
الفصل الثالث: فسيولوجيا الأعصاب والعضلات	٧٥
فسيولوجيا الأعصاب	٧٥
الصفحة الانتهازية الحركة للعضلات	٩٠
الأساس الجزئي للانقباض	٩٢
مصادر الطاقة في العضلات	٩٤
أنواع العضلات الهيكلية	٩٧
أنواع الانقباض العضلي	٩٨
العضلات الملساء	١٠٤
أنواع العضلات الملساء	١٠٤

الفصل الرابع: الدم وسوائل الجسم	١٠٧
الدم	١٠٧
وظائف الدم العامة	١٠٧
خصائص الدم العامة	١٠٩
مكونات الدم	١١٤
الجهاز المناعي والمناعة	١٣٦
موانع التخثر	١٤٦
مجموعات الدم	١٥١
نقل الدم	١٥٤
الفصل الخامس: القلب و الجهاز الدوري	١٥٩
١- الجهاز الدوري الدموي	١٥٩
الفعل الكامن للناظم الخطي	١٧٢
الدورة القلبية والأصوات القلبية	١٧٢
تخطيط القلب الكهربائي	١٧٣
الفصل السادس: الجهاز الهضمي و فسيولوجيا الهضم	١٩٥
الجهاز الهضمي	١٩٥
الهضم في الفم	٢٠٠
تنظيم إفراز الغدة اللعابية	٢٠٣
الهضم في المعدة	٢٠٤
الحركة المعدية	٢١٠

العوامل التي تؤثر على عملية تفريغ محتويات المعدة	٢١٢
الهضم في الأمعاء.....	٢١٤
كيفية تكوين البيكربونات	٢١٨
تنظيم إفراز العصارة البنكرياسية.....	٢١٩
إفراز الصفراء من الكبد والمرارة	٢٢٢
الحركة في الأمعاء.....	٢٢٦
الامتصاص	٢٢٨
الأمعاء الغليظة.....	٢٣٠
الفصل السابع: الجهاز التنفسي	٢٣٣
التنفس.....	٢٣٣
تركيب الجهاز التنفسي.....	٢٣٤
الحيز الميت	٢٣٨
عضلات التنفس.....	٢٤٥
مقارنة بين آلية الشهيق وآلية الزفير العادي	٢٤٧
تبادل الغازات في الرئتين	٢٤٧
انتقال الغازات في الدم	٢٤٩
تنظيم التنفس.....	٢٥٣
الفصل الثامن: الغدد الصماء	٢٦١
مقدمة	٢٦١
خصائص الهرمونات	٢٦٢
الغدة النخامية	٢٦٤
الغدة الدرقية	٢٧٢

٢٧٦	الغدد الجار درقية
٢٧٧	غدة البنكرياس
٢٨٠	الغدة فوق الكلية (الكظرية)
٢٨٥	المناسل
٢٩٤	الغدة الصنوبرية
٢٩٧	الفصل التاسع: الإخراج
٢٩٧	أعضاء الإخراج
٢٩٩	التركيب الداخلي للكلية
٣٠١	الكليون أو النفرون
٣٠٢	الجهاز المجاور للكبيبة
٣٠٤	تكوين البول
٣٠٦	وظائف الكلية
٣٠٧	مكونات البول
٣٠٩	المراجع
٣١١	ثبت المصطلحات
٣١١	أولاً: عربي - إنجليزي
٣٤١	ثانياً: إنجليزي - عربي
٣٧١	كشف الموضوعات

الفصل الأول

فسيولوجيا الخلية

مقدمة

الخلية

هي الوحدة الأساسية للكائنات الحية وهي أبسط وحدة تركيبية والتي تكون كائناً عديد الخلايا وتستطيع الانقسام وتظل تحفظ خصائص الحياة. يهدف علم فسيولوجيا الخلية وهو أحد فروع علم الفسيولوجى إلى التركيز على مكونات وتركيب الخلية الحية من حيث التركيب الكيميائي لمكونات الخلايا الحية وبالتالي معرفة الوظائف الحيوية العديدة لهذه الخلايا وهناك العديد من أنشطة الخلية الحية تكون أساسية لمعظم الخلايا وتمثل الحد الأدنى من احتياجات الكائن الحي التي تحفظ الحياة.

مثال: خلايا الكبد في الإنسان وخلايا الأميبا متشابهتان في طريقة تبادل المواد مع البيئة المحيطة بهذه الخلايا وفي طريقة الحصول على الطاقة من المواد العضوية وفي تكوين مركبات معقدة وفي الاستجابة للإشارات من البيئة المحيطة.

يبدأ تكوين كل الكائنات الحية من خلية وحيدة a single cell وهي البويضة المخصبة a fertilized egg والتي تنقسم إلى خليتين ثم إلى أربع خلايا وهكذا.

إذا كان انقسام الخلايا الحية هو فقط الحدث الوحيد الذي يحدث. في هذه الحالة تتكون كتلة كروية من الخلايا المتشابهة. أثناء تطور الخلايا وانقسامها. كل خلية تصبح

متخصصة لأداء وظيفة معينة مثال الخلايا العضلية muscle cells تؤدي الحركة والقوة أو الخلايا العصبية nerve cells تعطي الإشارات الكهربائية electric signals وتسمى عملية تحول الخلايا من خلايا غير متخصصة إلى خلايا متخصصة بالتميز أو التخليق Cell differentiation .

تحمل كل الخلايا في الكائن الحي نفس الجينات فكيف لخلية غير متخصصة أن تتحول إلى خلايا عصبية وأخرى عضلية وهكذا. كيف تؤثر الإشارات الكيميائية وكيف يختلف تأثير العديد من الخلايا بهذه الإشارات في معظم الأحيان الإجابة على هذه الأسئلة غير معروفة حتى الآن.

بالإضافة إلى الاختلاف الخلوي تهاجر الخلايا إلى أماكن جديدة أثناء التطور والنمو وتكون التصاقاً اختيارياً مع الخلايا الأخرى لتكون تراكيبات عديدة الخلايا. في هذا الإطار تنتظم الخلايا داخل الجسم الحي فتكون الخلايا المتشابهة ما يسمى النسيج tissues مثل الخلايا العضلية تكون النسيج العضلي والخلايا العصبية تكون النسيج العصبي وهكذا. ويتكون من هذه الأنسجة المختلفة في التركيب والوظيفة ما يطلق عليه العضو (organs) مثال القلب - الرئة - الكلية وهكذا. وترتبط هذه الأعضاء بعضها ببعض لتكوين الأجهزة العضوية مثل الجهاز الدوري والجهاز التنفسي و الجهاز العضلي و الجهاز العصبي وهكذا.

أنواع الخلايا

يوجد داخل جسم الكائن الحي حوالي ٢٠٠ نوع من الخلايا المختلفة في التركيب والوظيفة ولكن تنقسم هذه الخلايا إلى أربعة أنواع هي:

١- الخلايا العضلية Muscle cells

٢- الخلايا العصبية Nerve cells

٣- الخلايا الظهارية Epithelial cells

٤- خلايا الأنسجة الضامة Connective tissue

يوجد في كل نوع وظيفي من هذه الخلايا عديد من أنواع الخلايا التي تؤدي وظائف متخصصة مثال ذلك الخلايا العضلية muscle cells يوجد منها ثلاثة أنواع: هي الخلايا العضلية الهيكلية skeletal والقلبية cardiac والملساء smooth والتي تختلف عن بعضها في الشكل ومكان وجودها داخل الأعضاء المختلفة وكذلك في طريقة وميكانيكية انقباض وانبساط هذه العضلات.

الخلايا العضلية Muscle cells

تختص الخلايا العضلية بوظيفة توليد القوى الميكانيكية والتي تعطي القوة والحركة. وتتصل الخلايا العضلية الهيكلية بالعظام وتحدث الحركات في الجذع والأطراف وأيضا يمكن أن تتصل بالجلد skin مثال ذلك العضلات التي تعطي تعبيرات الوجه. يمكن للخلايا العضلية أن توجد في تجاويف وينتج عن انقباضها دفع لمحتويات هذه التجاويف مثل عضلة القلب التي تعمل كمضخة لدفع الدم. أو في الجهاز الهضمي فتعمل علي دفع وهضم الغذاء. و أيضا تحيط بالخلايا العضلية العديد من الأوعية الدموية وينتج عن انقباضها تغيرات في قطر هذه الأوعية.

الخلايا العصبية Nerve cells

تختص الخلايا العصبية بإنتاج وتوصيل الإشارات العصبية "السيالات العصبية" nerve impulse غالبا لمسافات كبيرة ويؤدي انتقال الإشارات العصبية إلى بدء إشارات جديدة في الخلايا العصبية الأخرى أو تؤدي إلى تحفيز stimulate وتنشيط إفراز خلايا

الغدد أو انقباض خلية عضلية ولذلك تتحكم الخلايا العصبية في العديد من وظائف وأنشطة الخلايا الأخرى.

الخلايا الظهارية Epithelial cells

تختص هذه الخلايا بإفراز وامتصاص الشوارد والجزيئات العضوية وتوجد أساساً على سطح الجسم أو الأعضاء أو تبطن العديد من الأعضاء ذات التجاويف في الجسم وترتكز هذه الخلايا على غشاء مكون من طبقة من البروتين الخلوي تسمى الغشاء القاعدي Basement membrane والذي يمثل الحدود بين الأجزاء. وظيفته هي عمل حاجز اختياري ينظم تبادل الجزيئات والمركبات عبر هذا الغشاء. مثال ذلك الخلايا الظهارية الموجودة على سطح الجلد تكون حاجزاً وقائياً يعمل على منع معظم المواد الموجودة في البيئة الخارجية للجسم والمحيط به من الدخول إلى الجسم عبر الجلد. وتوجد أيضاً الخلايا الظهارية في الغدد والتي تتكون نتيجة حدوث تجاويف في الأغشية الظهارية.

الخلايا النسيجية الضامة Connective tissue cells

وهي عبارة عن خلايا ضامة وظيفتها الأساسية توصيل وتدعيم تراكيب أعضاء الجسم. وهذه الخلايا تحمل بينها كميات عديدة من المواد بعض هذه الخلايا الضامة موجودة في الطبقات تحت الظهارية في صورة خلايا أو ألياف والأنواع الأخرى تشمل الخلايا الدهنية و خلايا العظام و خلايا الدم الحمراء والبيضاء.

الأنسجة Tissues

تكون معظم الخلايا المتخصصة مع الخلايا الأخرى المتشابهة نوعاً معيناً من الأنسجة. وهناك أربعة أنواع من الأنسجة العامة من الخلايا المميزة وهي:

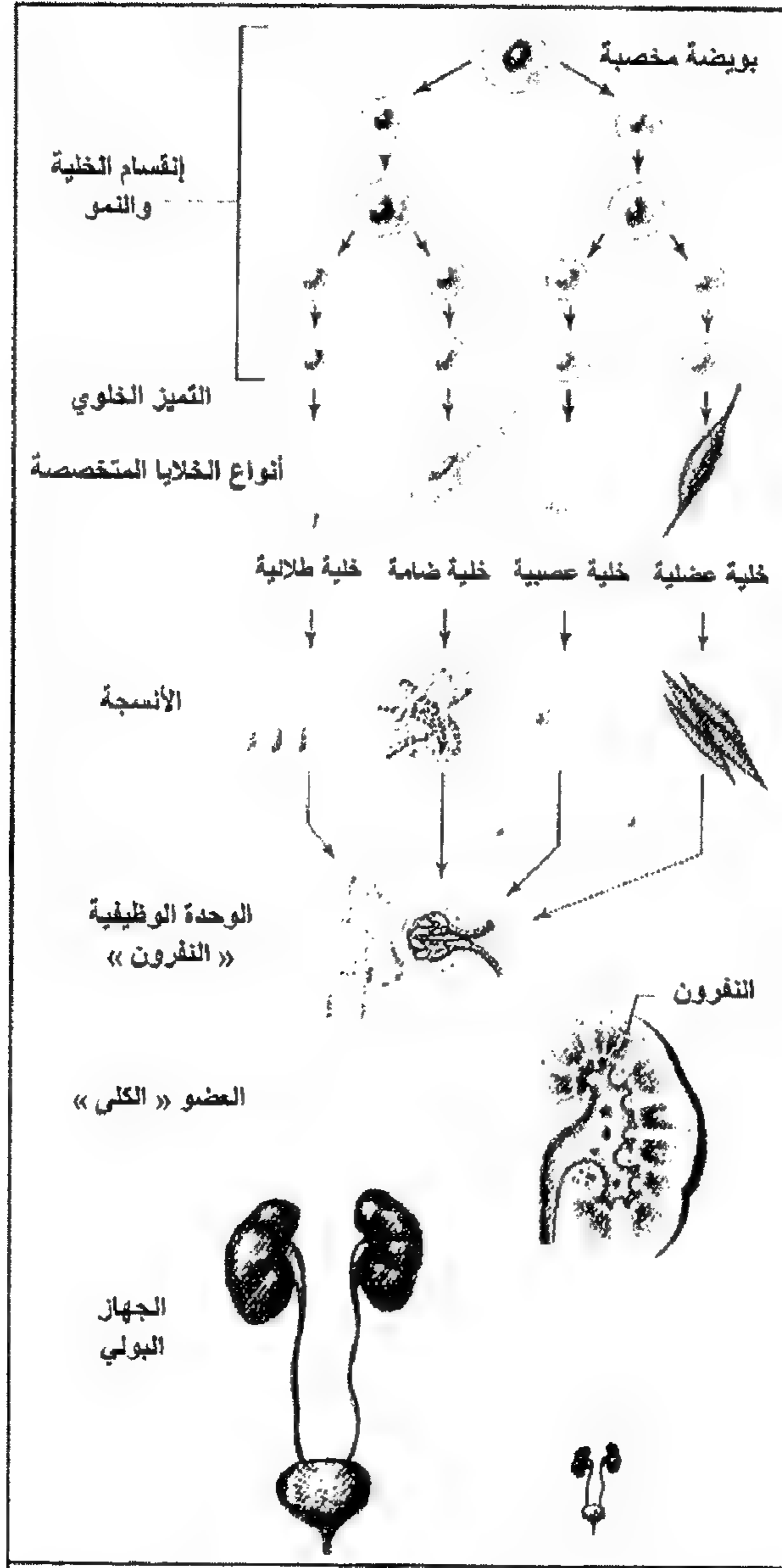
٢- النسيج العصبي

١- النسيج العضلي

٤- النسيج الضام

٣- النسيج الظهاري

في الشكل رقم (١) إيضاح لمراحل تطور الخلية المخصبة.



الشكل رقم (١). يوضح مراحل تطور الخلية المخصبة.

يطلق لفظ نسيج على مجموعة الخلايا المتشابهة التي تتكون من نوع واحد ولكن يطلق أيضا على بعض الأعضاء مثل نسيج الرئة والكلى وفي هذه الحالة يتكون من عدة أنواع من الأنسجة المختلفة.

وسوف نعرف فيما بعد أن البيئة المحيطة بالخلية في جسم الكائن الحي يطلق عليها (السائل خارج الخلايا extracellular fluid) والسائل الخلوي الخارجي يوجد في محيط خلوي خارجي يتكون من خليط من جزيئات بروتينية وفي بعض الحالات من الأملاح. ويؤدي هذا السائل وظيفتين:

- ١- يعمل على اتصال الخلايا.
- ٢- ينقل إلى الخلايا المعلومات في صورة رسائل كيميائية والتي تنظم نمو و تتميز هذه الخلايا.

يتكون البروتين المكون للوسط الخلوي الخارجي من ألياف fibres وألياف كولاجينية collagen fibres — ألياف مرنة elastic fibres وخليط من البروتينات الأخرى التي تحتوي على سلاسل من سكريات معقدة "كربوهيدرات".

الألياف الكولاجينية تمثل ثلث البروتين في الجسم وتكون شبكة من الحديد أو الأعمدة وتمثل السكريات البروتينية طبقة الأسمنت بالنسبة للبناء.

الأعضاء والأجهزة Organs and systems

تتكون الأعضاء من أربعة أنواع من الأنسجة المنتظمة في أشكال متنوعة مثل "الأسطح — الأنابيب — الطبقات — الحزم — الشرائط وهكذا". مثال الكلى. تتكون من مجموعة من الأنابيب الصغيرة كل منها مكون من طبقة واحدة من الخلايا الظهارية — أوعية دموية تحتوى في جدرانها على كميات متنوعة من العضلات الملساء — أنسجة

ضامة - امتدادات خلوية عصبية - شبكة من الأنسجة الضامة تنشر داخل نسيج الكلى وأيضاً تكون محفظة الكلى (capsules) - سائلاً خارج الخلايا - المحيط الخلوي.

تنظم العديد من الأعضاء في أشكال صغيرة متشابهة من الوحدات الوظيفية functional units - وتؤدي كل واحدة وظيفة العضو مثل الكلى تتكون من مليوني وحدة وظيفية تسمى الكليون nephron والتي تكون من أنابيب صغيرة ويعتمد تكون البول على عدد هذه الوحدات الوظيفية.

تتكون الأجهزة العضوية من مجموعة من الأعضاء والتي تؤدي كل الوظائف ويتكون جسم الكائن الحي من حوالي عشرة أجهزة عضوية. ويوضح الجدول التالي تركيب ووظائف كل جهاز بصورة مبسطة.

الجدول رقم (١). تركيب الجهاز العضوي ووظائفه.

الجهاز	التركيب النسيجي والعضوي	الوظيفة الأولية
١- الجهاز الدوري	القلب والأوعية الدموية والليمفاوية	نقل الدم إلى كل أنسجة الجسم
٢- الجهاز التنفسي	الأنف - البلعوم - الحنجرة - الرغام - الشعب الهوائية - الرئتين	تبادل الغازات (الأوكسجين - ثان أكسيد الكربون) - تنظيم درجة الأس الهيدروجيني
٣- الجهاز الهضمي	الفم - البلعوم - المريء - المعدة والأمعاء - الغدد اللعابية - البنكرياس - الكبد والمرارة	هضم وامتصاص الطعام والماء والأملاح
٤- الجهاز البولي	الكليتين - الحالبين - المثانة - الأحليل	تنظيم تركيب البلازما من خلال إخراج الماء والأملاح ونواتج استقلاب الغذاء
٥- الجهاز العضلي الهيكلية	الغضاريف - المفاصل - الأربطة والعظام - العضلات الهيكلية	دعم - حماية - حركة الجسم - إنتاج خلايا الدم في نخاع العظم

تابع الجدول رقم (١).

الوظيفة الأولية	التركيب النسيجي والعضوي	الجهاز
تنسيق وتنظيم والتحكم في العديد من وظائف الجسم معرفة وتحديد التغيرات في البيئة الداخلية والخارجية للجسم والإحساس والحركة والوعي والتعلم	المخ - الحبل الشوكي والأعصاب المحيطة والعقد العصبية وأعضاء الحس الخاصة	٧- الجهاز العصبي
تنسيق وتنظيم معظم وظائف الجسم	كل الغدد الصماء مثل النخامية - الدرقية والجار درقية - البنكرياس - تحت المهاد - الكلى - المبيض - الخصية - الكظرية - اليتيموسية - الصنوبرية - خلايا الغدد الصماء في الأجهزة الأخرى في الذكر - الخصية - القضيب - والغدد التناسلية	٨- الغدد الصماء
إنتاج الحيوانات المنوية ونقلها إلى الجهاز الأنثوي إنتاج البويضات - إنتاج الجنين	في الأنثى - المبيض - الرحم - أنابيب المبيض - المهبل والغدد اللبنية	٩- الجهاز التناسلي
حماية الجسم ضد الجروح والجفاف والميكروبات الغازية وتنظيم درجة حرارة الجسم وإخراج الماء والأملاح عن طريق التعرق.	الجلد: هو يمثل أكبر عضو في الجسم ويتكون من عدة طبقات وهي البشرة والأدمة وغدد عرقية وبصيلات الشعر	١٠- الجلد

البيئة الداخلية والاستتباب الداخلي

The internal environment and homeostasis

تحصل كل من خلايا الأمييا وخلايا الكبد في الإنسان على الطاقة بواسطة أكسدة مواد غذائية معينة. وتتشابه التفاعلات الكيميائية لإنتاج الطاقة في كل من الأمييا وخلايا الكبد وتشمل استهلاك الأوكسجين وإنتاج ثاني أكسيد الكربون. ولكن الأمييا تحصل

على الأوكسجين مباشرة من الوسط البيئي الخارجي المحيط بها وتطرد ثاني أكسيد الكربون إلى نفس الوسط.

ولكن كيف لخلايا الكبد والخلايا الأخرى الحصول على الأوكسجين وطرد ثاني أكسيد الكربون ؟ هنا تختلف عن الأميبا في طريقة الحصول على الأوكسجين. إمداد الأوكسجين للجسم هو أحد وظائف الجهاز التنفسي والدوري حيث يتم الحصول على الأوكسجين من الهواء الجوي الخارجي وينقل بواسطة الجهاز الدوري إلى كل أجزاء الجسم أثناء دوران الدم وأيضا يحمل الدم ثاني أكسيد الكربون المكون في كل خلايا الجسم إلى الرئتين والذي يطرد بدوره إلى خارج الجسم أيضا يعمل الجهاز الهضمي والجهاز الدوري معا لإمداد خلايا الجسم بالغذاء.

تنقل نواتج الاستقلاب وثاني أكسيد الكربون من أماكن إنتاجها في الخلايا بواسطة الدم إلى الكلى لكي تخرج خارج الجسم وأيضا تنظم الكلى الماء والأملاح بالجسم وينظم الجهاز العصبي مع جهاز الغدد الصماء نشاط كل الأعضاء والأجهزة كذلك كل الأنشطة الحيوية لأعضاء الجسم تحدث في بيئة سائلة تسمح لكل الخلايا بالعيش وأداء وظائفها.

وتحيط هذه البيئة السائلة بكل خلية وتسمى البيئة الداخلية internal environment والبيئة الداخلية للجسم هي السائل خارج الخلايا extracellular fluid والذي يحيط بكل خلية. ومن ناحية أخرى نجد أن البيئة التي تعيش فيها كل خلية ليست هي البيئة الخارجية المحيطة بالجسم ولكن هي السائل الخارج الخلايا المحيط بالخلية ومن هذا السائل تستطيع الخلايا أن تحصل على الغذاء والأوكسجين وأيضا أن تخرج بقايا عمليات الاستقلاب. والكائن الحي عديد الخلايا يستطيع الحياة لمدة طويلة حسب قدرته على الحفاظ على البيئة الداخلية.

في عام ١٨٥٧ أكد العالم كلود برنارد بوضوح الأهمية المركزية للسائل خارج الخلايا. واستتباب البيئة الداخلية هو حالة من الحرية واستقلال الحياة. والثابت النسبي للبيئة الداخلية يعرف بأنه homeostasis قد تحدث تغيرات ولكن شدة هذه التغيرات تكون صغيرة وتظل في حدود ضيقة.

وحديثا في القرن العشرين ذكر عالم الفيزيولوجيا الأمريكي ولتر كانون أن هذا الاستتباب يمكن أن يحدث فقط من خلال عملية تنظيم العمليات الفسيولوجية بمهارة. إن نشاط كل من الخلايا والأنسجة والأعضاء يجب أن ينظم وينسق مع بعضه بهذه الطريقة حيث إن أي تغير يحدث في البيئة السائلة خارج الخلايا extracellular fluid يحث رد فعل يعمل على تقليل هذا التغير.

وهناك مجموعة من أجزاء الجسم والتي تعمل وظيفيا على حفظ الخصائص الطبيعية والكيميائية للبيئة الداخلية ثابتة نسبيا يطلق عليها نظام التحكم في الثابت الداخلي homeostatic control system.

مثل هذا النظام أو الجهاز يستطيع تحديد شدة التغيرات في خصائص البيئة ويعمل على تنظيم المعلومات مع المعلومات الأخرى والتي تجعل الخلايا تغير من معدل وظيفتها. بمثل هذه الطريقة تستطيع الخلايا استعادة خصائصها إلى قيمة معدلها الأصلي original value.

ولوصف هذا نجد أن التعرق sweating يحدث نتيجة زيادة توليد الحرارة أثناء التمارين الرياضية. حيث إن حدوث عملية التعرق ينتج عنها تبخر في التعرق وبالتالي التخلص من الحرارة الزائدة في الجسم وحفظ درجة حرارة الجسم ثابتة نسبيا حتى مع زيادة درجة الحرارة الناتجة عن حركة العضلات أثناء التمارين الرياضية.

وهناك أيضا مثال آخر: متسلق الجبال مثلا يعاني من نقص في معدل تركيز الأوكسجين في الدم أثناء وجوده في الأماكن المرتفعة ونقص في كمية الأوكسجين في

هواء الشهيق ويقوم الجهاز العصبي بتحديد هذا التغير في معدل الأوكسجين ويبدأ في إرسال إشارات عصبية إلى عضلات التنفس وبالتالي يزداد معدل وعمق التنفس وتزداد أيضا كمية هواء الشهيق والتي تساعد في الحفاظ على معدل الأوكسجين في الدم من الهبوط إلى جانب زيادة معدل تكوين كرات الدم الحمراء والتي تعمل على حمل كميات أكثر من الأوكسجين.

الخلاصة

نشاط كل خلية في الجسم يقع تحت نوعين:

- ١- كل خلية تؤدي لنفسها كل العمليات الخلوية الأساسية مثل حركة المواد عبر غشاء الخلية وإنتاج الطاقة وتكوين البروتين وهكذا والتي تمثل الاحتياجات الأساسية لكي تحفظ هذه الخلية شكلها وحياتها.
- ٢- كل خلية تؤدي نشاطاً أو أكثر من الأنشطة المتخصصة من خلال التنسيق مع نشاط الخلايا الأخرى من الأنسجة والأعضاء والتي تعمل على حفظ حياة الجسم بواسطة ثبات البيئة الداخلية والتي تحتاجها كل الخلايا.

أجزاء سوائل الجسم

Body-fluid compartments

البيئة الداخلية يمكن أن تعادل مع السائل خارج الخلايا Extracellular fluid (ECF). ولم نذكر سابقاً أن السائل خارج الخلايا (ECF) يوجد في وضعين بين الخلايا وداخل الأوعية الدموية (B.V).

حوالي ٨٠٪ من السائل خارج الخلايا تحيط بكل خلايا الجسم ماعدا خلايا الدم Blood cells لأنه يقع بين الخلايا. وهذه النسبة ٨٠٪ من السائل خارج الخلايا تعرف

بالسائل الخلالي interstitial fluid وتمثل نسبة ٢٠٪ من السائل الخارج الخلايا الجزء السائل من الدم أو بلازما الدم the plasma حيث توجد بها كل أنواع خلايا الدم. وعندما يصل الدم سواء البلازما وخلايا الدم من خلال الأوعية الدموية الصغيرة في كل أجزاء الجسم. تقوم البلازما بتبادل الأوكسجين والمواد الغذائية ومخلفات عمليات استقلاب الغذاء مع السائل الخلالي. ونتيجة هذا التبادل نجد أن معدل تركيز المواد الذائبة تقريبا متساوية في كل من بلازما الدم والسائل الخلالي فيما عدا تركيز البروتين. ومع هذا الاستثناء الكبير نجد أن نسبة كبيرة من البروتين موجودة في بلازما الدم عبر السائل الخلالي.

والسائل خارج الخلايا يعتبر تركيبه متجانساً على العكس يختلف تركيب السائل خارج الخلايا عن السائل داخل الخلايا intercellular fluid ويعود الفضل في وجود هذا التباين الشديد بين السائل خارج الخلايا والسائل داخل الخلايا إلى وجود غشاء الخلية حيث يلعب هذا الغشاء دوراً محورياً في الحفاظ على الثابت الداخلي للخلايا لكي تستطيع أن تؤدي وظائفها وبالنظر إلى توزيع الكهارل داخل وخارج الخلية نجد أن داخل الخلية توجد تركيزات عالية من عناصر البوتاسيوم K^{+} والمغنسيوم Mg^{++} والفوسفات P . بينما في خارج الخلية هناك زيادة في تركيز عناصر الصوديوم Na^{+} والكالسيوم Ca^{++} والكلور Cl^{-} .

كما أن درجة الأس الهيدروجيني pH داخل الخلية تختلف تماماً عنها في خارج الخلية. حتى أن انخفاض رقم الأس الهيدروجيني للدم خارج الخلية إلى رقم قريب من الأس الهيدروجيني داخل الخلية يؤدي إلى فقدان الوعي coma وإذا لم يسعف الإنسان سريعاً فإنه قد يؤدي إلى حدوث الوفاة وهذه الحالة تحدث في بعض المشاكل المرضية الناتجة عن مرض السكري diabetes mellitus .

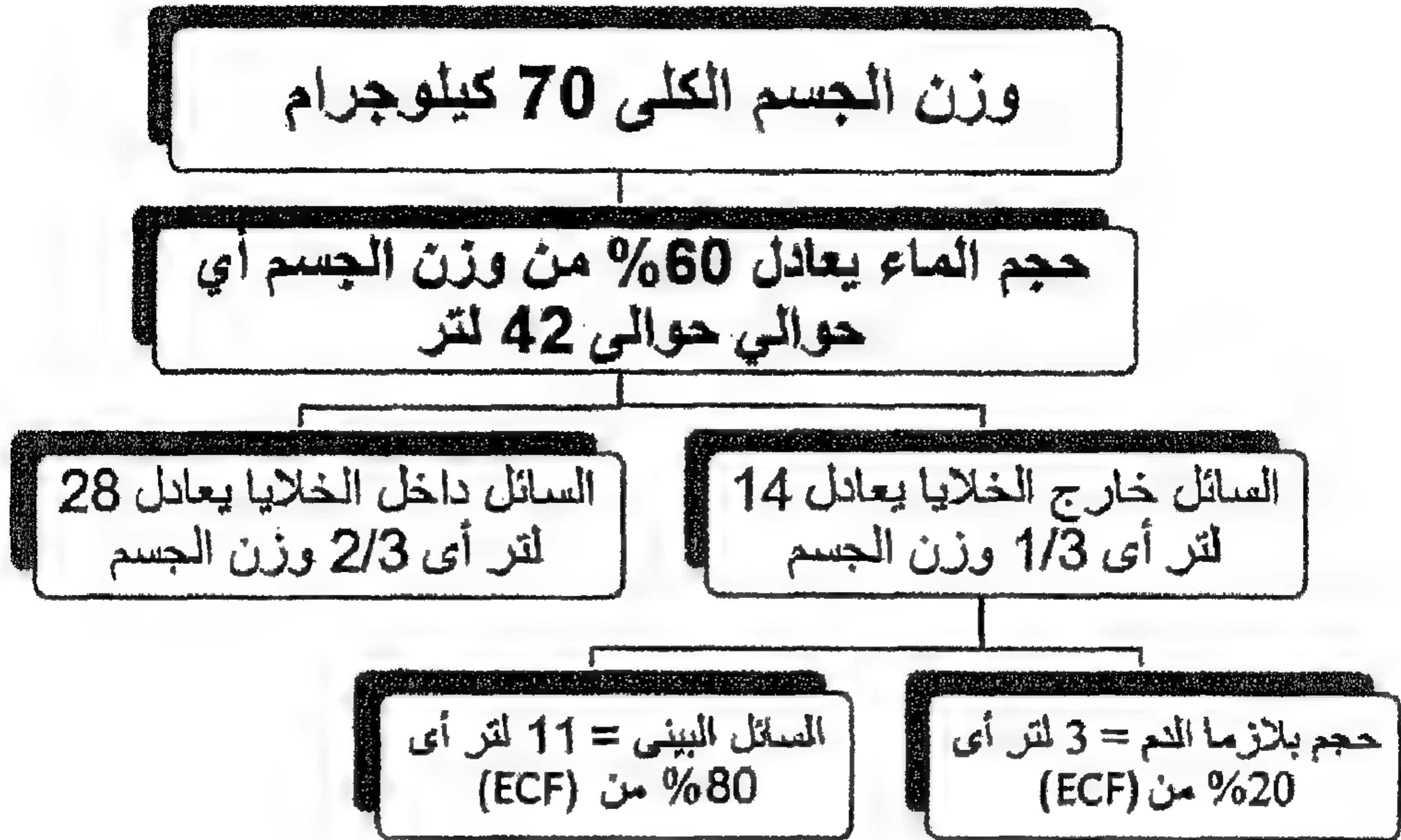
والجدول رقم (٢) يوضح تركيب وتركيز العناصر الأساسية حول غشاء الخلية.

الجدول رقم (٢). تركيز العناصر الأساسية حول غشاء الخلية.

العنصر	داخل الخلية intracellular fluid	خارج الخلية extracellular fluid
الصوديوم Na^+	١٠ ملي مكافئ/لتر	١٤٢ ملي مكافئ/لتر
البوتاسيوم K^+	١٤٠ ملي مكافئ/لتر	٤ ملي مكافئ/لتر
الكالسيوم Ca^{++}	٠,٠٠٠١ ملي مكافئ/لتر	٢,٤ ملي مكافئ/لتر
المغنسيوم Mg^{++}	١٠ ملي مكافئ/لتر	١,٢ ملي مكافئ/لتر
الكلور Cl^-	٤ ملي مكافئ/لتر	١٠٣ ملي مكافئ/لتر
البicarbonات HCO_3^-	٧٥ ملي مكافئ/لتر	٢٨ ملي مكافئ/لتر
الفوسفات	١٦ ملي مكافئ/لتر	٤ ملي مكافئ/لتر
البروتينات	١٦ ملي جرام/لتر	٢ ملي جرام/لتر
الجلوكوز glucose	صفر-٢٠ ملي جرام/لتر	٩٠ ملي جرام/لتر
الأحماض الأمينية	٢٠٠ ملي جرام/لتر	٣٠ ملي جرام/لتر
الأس الهيدروجيني pH	٧	٧,٤

ويمثل الماء الجزء الأعظم من سوائل الجسم. حيث يمثل حوالي ٦٠٪ من وزن الجسم الطبيعي normal body weight أي حوالي ٤٢ لتراً من وزن جسم شخص طبيعي وزنه حوالي ٧٠ كيلوجرام.

ويوزع كما في الشكل التالي حوالي ٢٨ لتراً أي ٣/٢ من وزن الجسم توجد في السائل داخل الخلية intracell. fluid والباقي ١٤ لتراً تمثل ٣/١ من وزن الجسم تمثل البيئة الداخلية أو السائل خارج الخلايا (ECF) وينقسم السائل الخارج الخلايا إلى ٨٠٪ في السائل البيني أي حوالي ١١ لتراً وحوالي ٢٠٪ في بلازما الدم وتمثل حوالي ٣ لترات من حجم السائل خارج الخلايا. الشكل رقم (٢) يمثل توزيع سوائل الجسم لشخص وزنه حوالي ٧٠ كيلوجرام.



الشكل رقم (٢). يمثل توزيع سوائل الجسم لشخص وزنه حوالي ٧٠ كيلوجراماً.

الأس الهيدروجيني pH

ترجع حموضة المحاليل إلى تركيز شوارد الهيدروجين الحر في هذه المحاليل كلما زاد تركيز شوارد الهيدروجين زادت حموضة المحلول وتركيز شوارد الهيدروجين يمثل بمصطلح pH أو الأس الهيدروجيني.

تعريف الأس الهيدروجيني

سالب لوغاريتمي للقاعدة ١٠ من تركيز شوارد الهيدروجين $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ ، الأقواس حول شوارد الهيدروجين تعطي قيمة تركيز شوارد الهيدروجين ولذلك المحلول الذي يحتوي على تركيز شوارد الهيدروجين يعادل 10^{-7} مول/لتر (10^{-7} mol/l) يكون الأس الهيدروجيني يعادل ٧ $(\text{pH} = 7)$ والمحاليل ذات الحموضة الزائدة التي تعادل (10^{-6}) mol/L يحمل + أس هيدروجيني يعادل $\text{pH} = 6$.

لاحظ أن زيادة الحموضة يصاحبها نقص في الأس الهيدروجيني والتغير من درجة ٧ إلى ٦ يمثل زيادة مقدارها عشرة أضعاف تركيز الهيدروجين. والماء النقي نتيجة حدوث تأين بعض جزيئاته إلى شوارد الهيدروجين (H^+) (OH^-) ومجموعة الهيدروكسيد يكون تركيز شوارد الهيدروجين فيه 10^{-7} mol أي أن الأس الهيدروجيني $pH = 7.0$ ويعتبر الماء محلولاً متعادلاً في هذه الحالة.

المحاليل القلوية تحتوي على تركيز قليل من شوارد الهيدروجين ويكون الأس الهيدروجيني زائداً عن ٧ ويكون تركيز شوارد الهيدروجين في المحاليل الحامضة أعلى والأس الهيدروجيني لها أقل من ٧.

وفي جسم الكائن الحي يكون تركيز شوارد الهيدروجين في السوائل الخارج خلوية حوالي $4 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$ ($pH = 7.4$). بمعدل يتراوح بين (7.35-7.45) وفي هذه الحالة تعتبر قلوية خفيفة (slight alkalines).

معظم السوائل داخل الخلايا تحتوي على تركيز أعلى من شواردات الهيدروجين عن السوائل الخارج خلوية وتكون الأس الهيدروجيني (7.0-7.2 pH) وإذا تغيرت الشحنات الكهربائية في جزء فإنه سوف تتغير معه التفاعلات مع الجزيئات الأخرى وبالتالي تتغير خصائص الوظائف وفي حالات السوائل خارج الخلايا فإن التغير في تركيز شوارد الهيدروجين من 6.8-7.8 يعني زيادة ١٠ أضعاف. وفي هذه الحالة تكون غير متوافقة مع الحياة إذا استمرت لمدة قليلة وغالباً التغير البسيط في تركيز شواردات الهيدروجين يمكن أن يؤدي إلى تغيرات كبيرة في + تفاعل الجزيئات داخل الخلية.

الأهمية الفسيولوجية للأس الهيدروجيني

يؤثر شوارد الهيدروجين على الاستتباب الداخلي للبيئة الداخلية للخلية وبالتالي على الوظائف الحيوية في الجسم ومن هذه الوظائف:

- ١- تفاعلات الإنزيمات.
 - ٢- انتقال الشوارد عبر غشاء الخلية.
 - ٣- انتقال السوائل العصبية عبر الأعصاب.
 - ٤- التغذية الدموية blood flow.
 - ٥- انقباض عضلات القلب والعضلات الملساء.
- وغيرها من الوظائف الحيوية. وبالتالي لابد أن يظل تركيز شوارد الهيدروجين ثابتاً وهناك عدة طرق فسيولوجية وكيميائية تنظم ثبات درجة pH. ومن هذه الطرق الفسيولوجية:

- ١- الجهاز التنفسي Respiratory system.
- ٢- الكبد Liver
- ٣- الكلى Kidney

١- دور الجهاز التنفسي في الحفاظ على درجة pH ثابتة

عند إضافة أحماض إلى الدم سوف تتفاعل مع بيكربونات الصوديوم الموجودة في الدم وبالتالي يقل محتوى الدم منها ويزداد معدل ثاني أكسيد الكربون وأيضاً يزداد شوارد الهيدروجين مما يؤدي إلى زيادة معدل التنفس نتيجة تنشيط ثاني أكسيد الكربون لمراكز التنفس في الجسر والنخاع المستطيل ويحدث زيادة في معدل التنفس ينتج عنه التخلص من ثاني أكسيد الكربون الموجود بالدم وبالتالي المساعدة على ثبات pH للدم. والعكس يحدث في حالة زيادة قلوية الدم حيث يقل معدل التنفس ويحدث احتجاز لكمية من ثاني أكسيد الكربون ويزداد معدل البيكربونات وبالتالي يظل pH ثابتاً.

٢- دور الكلى في الحفاظ على ثبات pH

- ١- تفرز الكلى الأحماض الزائدة عن حاجة الجسم في البول في حالة زيادة الحموضة كما في حالات مرضى السكري Diabetes mellitus .

٢- تكوين الأمونيا التي تعادل الأحماض في أنابيب الكلى.

٣- إفراز بيكربونات الصوديوم في حالات زيادة قلوية الدم وبالتالي تسهم الكلى في الحفاظ على ثبات pH.

٣- دور الكبد في الحفاظ على ثبات pH

١- تعمل الكبد على تحويل حمض اللبن الناتج عن عمليات استقلاب الغذاء في العضلات وتحويله في الكبد إلى مركبات سكرية مثل الجلوكوز والجليكوجين وبالتالي يتم التخلص من الحموضة الزائدة.

٢- تعمل الكبد على تحويل الأمونيا إلى مركبات متعادلة مثل اليوريا.

٣- تفرز الكبد أجساماً كيتونية في حالة زيادة حموضة الدم.

الطرق الكيميائية التي تحافظ على ثبات PH

وهي أسرع الطرق في الحفاظ على ثبات pH من الطرق الفسيولوجية نظام الدوائى (المنظمات) Buffer system وهو عبارة عن حمض ضعيف ملح هذا الحامض "قاعدة" وتتفاعل مع الأحماض القوية وتكون أحماضاً ضعيفة. مثال ذلك:

Bicarbonate buffer	١- دوائى البيكربونات
Haemoglobin buffer	٢- دوائى الخضاب في كرات الدم الحمراء
Protein buffer	٣- دوائى البروتين
Phosphate buffer	٤- دوائى الفوسفات
Tissues buffer	٥- دوائى الأنسجة

قاعدة/ حمض

1- $H_2CO_3 / NaHCO_3$ 2- HHb/KHb and $HHbO_2/kHbO_2$

3- Proteinic acid / Na proteinate

4- NaH_2PO_4 / Na_2HPO_4

التركيب والوظيفة لمكونات الخلية

Cell structure and functions

الخلايا هي الوحدات الأساسية لتركيب الجسم وأيضا هي الوحدات الوظيفية

لكل الكائنات الحية a small chamber = cell.

ويتكون جسم الكائن الحي مثل الإنسان وغيره من الكائنات الحية من تريليون خلية والخلايا الحية في كل من الفأر والإنسان والفيل مثلا تقريبا تحمل كلها نفس الحجم ومع العلم أن حجم الجسم يختلف مثلا. الفيل ذو حجم كبير لأنه يحتوي على عدد كبير من الخلايا وليس لأن حجم خلاياه كبيرة. ويصل قطر الخلايا في معظم الكائنات الحية من ١٠-٢٠ μm ويمكن أن يقل إلى حوالي 2 μm أو يزيد ١٢٠ μm .

ويستخدم المجهر لمعرفة ودراسة تركيب هذه الخلايا الصغيرة جدا في الحجم والخلية التي يتراوح قطرها ١٠ μm تحت حوالي ١/١٥ من حجم صغير يمكن أن يرى بواسطة العين المجردة.

وتحتوي الخلايا على الكثير من الأجسام الخلوية التي تكفل لها القيام بوظائفها المتعددة من أهم مكونات الخلية الحية هي النواة - النوية وجهاز جولجي والشبكة الهيولية الناعمة الشبكة الهيولية الخشنة - الميتوكوندريات "الميتوكوندريات" والليسوسومات حبيبات

إفرازية - غشاء الخلية - الروابط الفسحجية والروابط المتينة ويمكن لنا أن نقوم بدراسة وفحص هذه المكونات باستخدام المجاهر سواء الضوئية منها أو الإلكترونية أو المتقدمة .

الفحص المجهرى للخلية Microscopic observation of cells

الأجسام الصغيرة جدا يمكن أن ترى وتفحص بواسطة المجهر ويعتمد ذلك على طول موجة الأشعة التي تستخدم حيث إن أقصر طول موجه تساعد على رؤية الأشياء الأصغر باستخدام المجهر الضوئي light microscope الأشياء الصغيرة والتي يتراوح قطرها $0.2 \mu m$ يمكن لنا أن نراها بوضوح ولكن باستخدام المجهر الإلكتروني electron microscope والتي تستخدم شعاعاً إلكترونياً بدلاً من أشعة الضوء يمكن أن تساعدنا في رؤية الأشياء الصغيرة جدا والتي يصل قطرها إلى حوالي $0.002 \mu m$. لتكوين الصورة بواسطة الشعاع الإلكتروني.

تمر معظم الإلكترونات من خلال العينة مثل الضوء العادي للمجهر الضوئي ولكن الإلكترونات تستطيع أن تخترق فقط مسافة قصيرة خلال المادة لذلك العينة التي تفحص لابد لها أن تكون رقيقة جدا (very thin).

وعينات الخلايا التي تفحص بواسطة المجهر الإلكتروني يجب أن تقطع في شرائح يصل قطرها حوالي $0.1 \mu m$ سمك أي حوالي $1/100$ من سمك الخلية العادية.

تنظيم الخلايا

إذا كنا سنقصر دراستنا على أنسجة مشبة ومقطعة فسوف يتولد لدينا انطباع خاطئ. وهو أن الخلايا ما هي إلا تراكيب جامدة لا تتحرك ساكنة. ولكن الحقيقة هي أن داخل الخلية في تغير كبير ومستمر. ومعظم الخلايا متغيرة في الشكل نابضة وتنفس

وجسيمات الخلايا تتجول ويعاد تجميعها داخل الهيولي مع العديد من حبيبات الجليكوجين وكريات الدهون وحوصلات من أنواع عديدة مختلفة. هذا الوصف مأخوذ من مزارع الخلايا الحية التي تم تصويرها فوتوغرافيا وبالفيديو في فترات متباعدة.

فإذا استطعنا مشاهدة الحركة المكوكة السريعة للجزئيات عبر بوابات وقنوات الغشاء الخلوي وأيضا ملاحظة تحولات الطاقة الاستقلابية داخل جسيمات أو عضيات الخلية. فسيتكون عندنا انطباع قوي عن الاهتياج الكبير.

ومع ذلك فالخلية ما هي إلا مجموعة من الأنشطة المنظمة فهناك نظام وتوافق في العمل داخل الخلية والذي يمثل الظاهرة المحيرة العظيمة والتي نطلق عليها الحياة life. وبدراسة حركة التطور بالمجهر فإننا سنتحقق من أنه كلما زاد فهمنا لوحدة الحياة هذه cells وكيفية عملها زاد بالطبع فهمنا لطبيعة الحياة نفسها.

يوجد نوعان من الخلايا الحية: خلايا حقيقية النواة eukaryotic، وخلايا بدائية النواة prokaryotic (انظر الجدول رقم ٣). خلايا الإنسان وكذلك خلايا الكائنات عديدة الخلايا والنبات تسمى خلايا eukaryotic خلايا ذات نواة حقيقية وهذه الخلايا تحتوي على غشاء نووي يحيط بنواة الخلية وأيضا العديد من الأغشية الخلوية. ولكن الخلايا بدائية النواة prokaryotic مثال خلايا البكتريا تفقد هذه الأغشية الخلوية.

وسوف ندرس فقط في هذا الفصل تركيب ووظائف الخلايا الحية في الكائنات الحية عديدة الخلايا حقيقية النواة eukaryotic cells. تحاط الخلايا بغشاء حيوي يسمى plasma membrane غشاء الخلية والذي يغطي سطح الخلية وتحتوي الخلايا من الداخل على جسيمات لها أغشية أيضا ويطلق عليها cell organelles أي الجسيمات الخلوية cell organelles وهذه الجسيمات لها وظائف عديدة تساعد الخلية على البقاء والحياة.

وتتكون الخلايا من النواة nucleus وهي عبارة عن عقل الخلية وتوجد في منتصف الخلية وتأخذ الشكل البيضاوي أو الدائري.

الجدول رقم (٣). مقارنة خلايا بدائية النواة وأخرى حقيقية النواة.

الصفات	الخلية بدائية النواة	الخلية حقيقية النواة
حجم الخلية	غالباً صغير (١-١٠ ميكرون)	غالباً كبير (١٠-١٠٠ ميكرون)
النظام الوراثي	DNA مع بعض من البروتين اللاجستوني ، كروموسوم دائري بسيط. غير محاط بغشاء	DNA متحد مع بروتينات هستونية وغير هستونية في كروموسومات معقدة داخل نواة ومحاطة بغلاف غشائي
انقسام الخلية	انقسام مباشر الثنائي أو البرعم ولا يوجد انقسام ميتوزي	الانقسام ميتوزي ، حبيبات مركيزة في العديد منها ويوجد المغزل الميتوزي
التغذية	الامتصاص بمعظمها التمثيل الضوئي لبعضها	الامتصاص والابتلاع والتمثيل الضوئي بعضها.
طاقة الاستقلاب	المتقدرات "الميتوكوندريا غير موجودة ، أنزيمات الأكسدة مرتبطة بغشاء الخلية وغير مغلفة بأغشية يوجد بها تنوع كبير في نماذج الاستقلاب	المتقدرات "الميتوكوندريا" موجودة ، الأنزيمات موجودة داخلها ، طريقة موحدة للأكسدة الاستقلابية.
الحركة داخل الخلية	لا توجد	انسياب سيتوبلازمي ، التهام - شرب خلوي

السيتوبلازم والهيولي cytoplasm

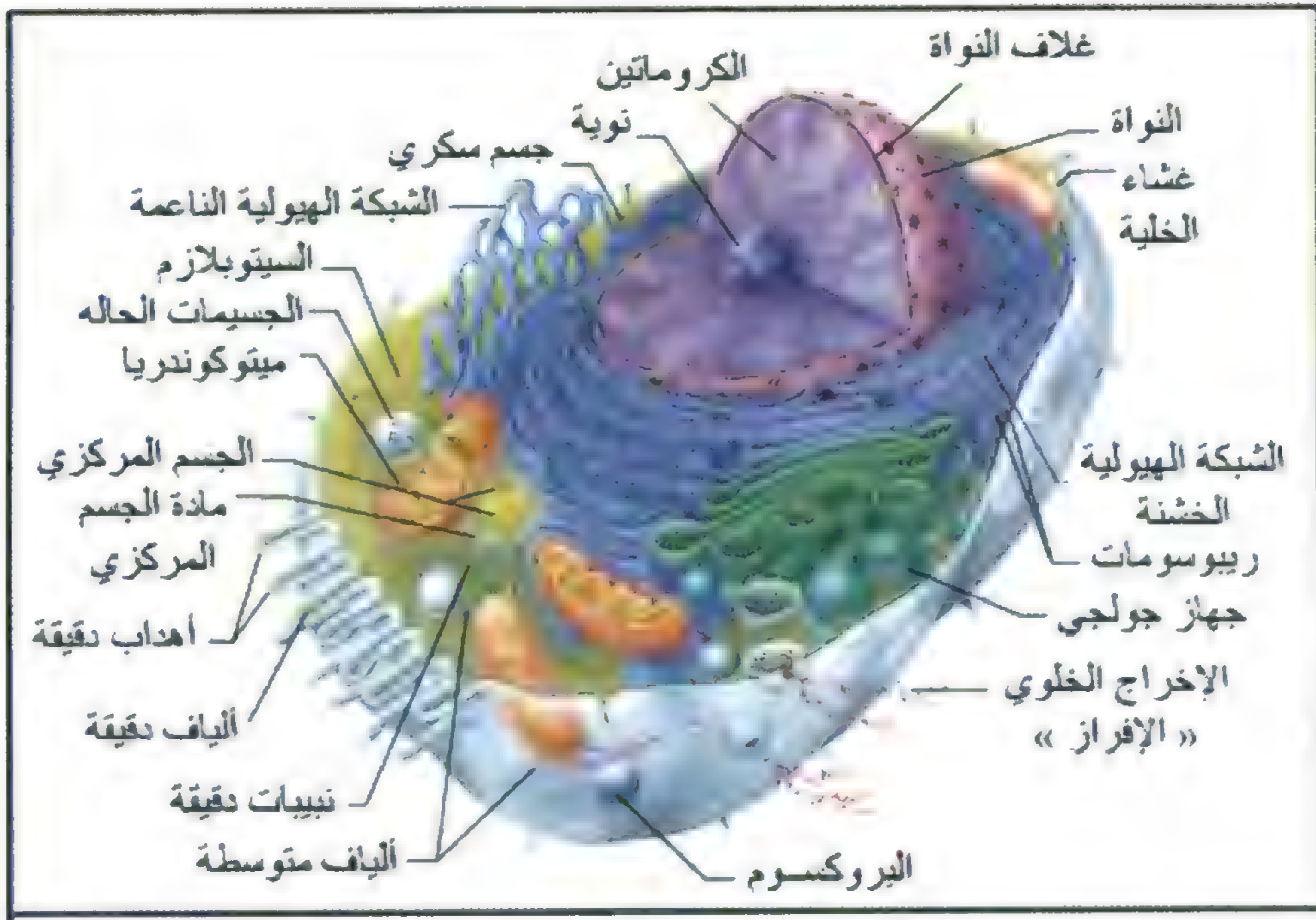
ويتكون السيتوبلازم من جسيمات الخلية cell organelles والسائل الذي تحيط
بهذه الجسيمات ويسمى سيتوسول cytosol وكلمة السوائل داخل الخلية intracellular
fluid تعني كل السوائل الموجودة داخل الخلية أي في السيتوبلازم وجسيمات الخلية

وحتى النواة ويختلف تركيب هذه السوائل من السييتوسول إلى جسيمات الخلايا ويمثل السييتوسول أكبر كمية من هذه السوائل.

تركيب الخلية

الخلية هي الوحدة الأساسية للجسم وهي شديدة التعقيد من حيث التركيب والوظائف التي تقوم بها وهي تحتوي على الكثير من الأجسام الخلوية التي تكفل لها القيام بوظائفها المتعددة (انظر الشكل رقم ٣). وعقل الخلية هو النواة التي تحتوي علي الصبغيات chromosomes التي يختلف عددها حسب نوع الحيوان. وتتركب الصبغيات من جينات genes مترابطة جنبا إلى جنب ويختلف عدد الصبغيات من حيوان إلى آخر . في الإنسان مثلا يوجد ٤٦ صبغيا (٢٣ زوجا) وهذه تحتوي على حوالي ١٠٠,٠٠٠ جين بمعدل حوالي ٤,٠٠٠ جين علي الصبغ الواحد. والجينات هي المسؤولة عن نقل الصفات الوراثية للكائنات المختلفة.

وتتكون الجينات من بروتين نووي خاص يسمى حامض الادي رايبوز النووى (الدنا) Deoxyriboneucleic acid (DNA) ويعتبر هذا الحمض هو الوحدة الأساسية التي تتكون منها الصبغيات. ويتشكل هذا الحامض من هيكل على شكل سلم حلزوني مكون من حمض الفوسفوريك وسكر خماسي اسمه الادي أكسي رايبوز deoxyribose وأربعة أنواع من القواعد النيتروجينية. وتقع هذه القواعد النيتروجينية علي الهيكل ويرتبط كل نوعين متقابلين منهما بروابط هيدروجينية. وتغلف النواة بغشاء نووي nuclear membrane يتصل مباشرة بالشبكة الهيولية endoplasmic reticulum. كما توجد في النواة النوية nucleolus وقد توجد واحدة منها أو أكثر في النواة وهذه ليس لها غشاء خاص بها وهي تحتوي علي بروتين نووي آخر يسمى حمض الرايبوز النووى (رنا) ribonucleic acid (RNA) وهذا البروتين ينتج بواسطة د نا من النواة ويخزن في النوية لحين الحاجة إليه.



الشكل رقم (٣). تركيب الخلية الحيوانية في جسم الإنسان.

ويحتوي RNA علي حمض فوسفوريك وسكر خماسي اسمه الرايبوز ribose وقواعد نيتروجينية وهو على شكل شريط مفرد وليس شريطاً مزدوجاً مثل DNA وهذا البروتين يتشكل في عدة صور هي RNA الناقل transfer RNA وهو المسؤول عن نقل الأحماض الأمينية من الهيولي إلى أماكن تصنيع البروتين علي الريبوسومات، RNA الرسول messenger RNA هو الذي يحمل الشفرة المسؤولة عن تصنيع البروتينات من النواة إلى الريبوسومات، RNA الريبوسومي ribosomal RNA ويمثل المكون الرئيسي للريبوسومات.

الشبكة الهيولية Endoplasmic reticulum

الشبكة الهيولية عبارة عن شبكة من الأنابيب تمتد من النواة في كل أنحاء الخلية وقد يوجد علي سطحها الخارجي ريبوسومات وتسمى في هذه الحالة الشبكة الهيولية

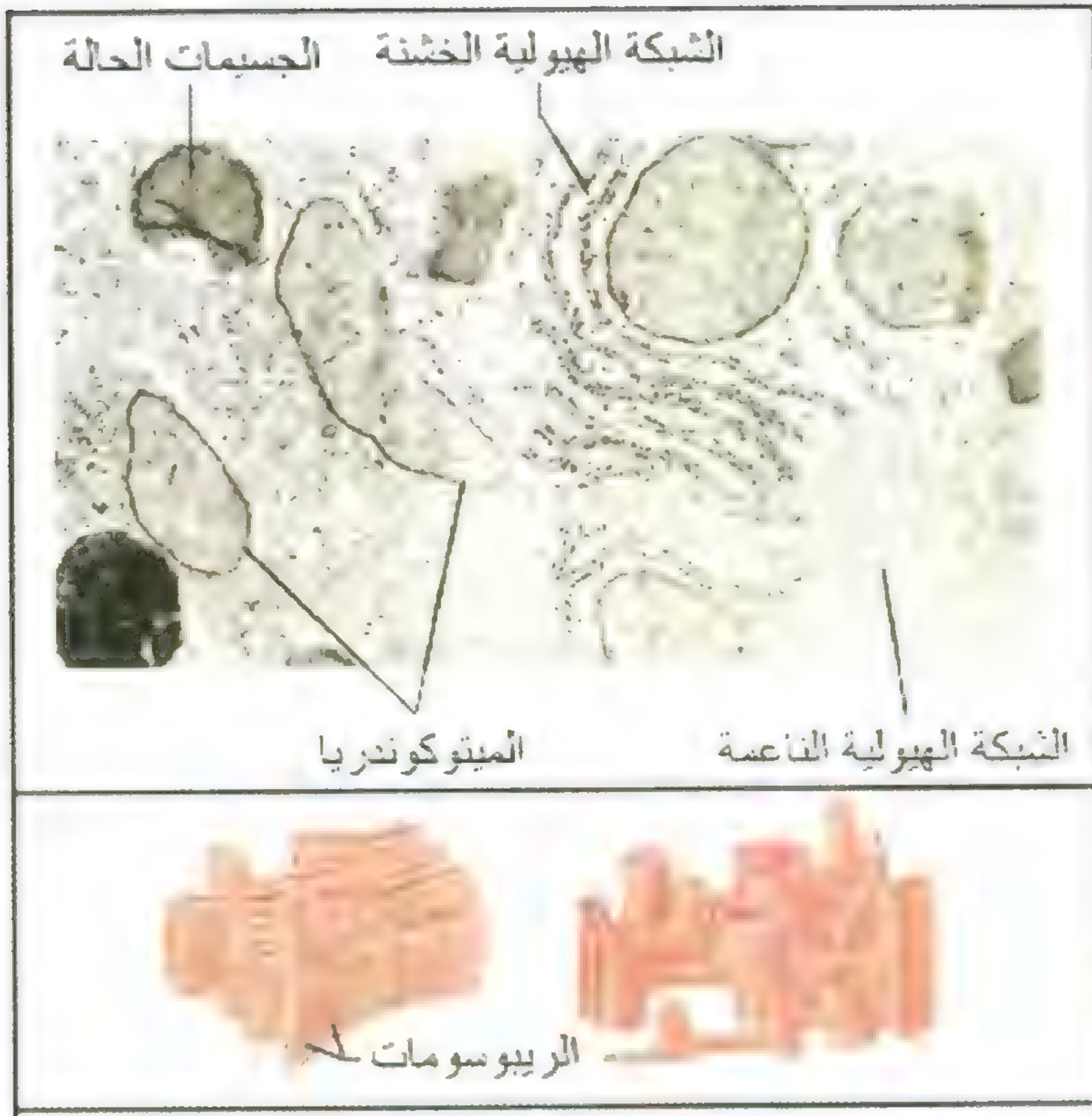
الخشنة وإذا اختفت الريوسومات منها سميت الشبكة الهيولية الناعمة (الشكل رقم ٤).
وظائف الشبكة الهيولية عديدة:

١- تصنيع البروتين علي الريوسومات في الشبكة الهيولية الخشنة ثم انتقالها إلى داخل الشبكة الهيولية حيث يتم نضج هذه البروتينات وتنشيطها كما في حالة تصنيع الإنزيمات الهاضمة في القناة الهضمية.

٢- تصنيع الدهون المختلفة ومنتجات الكولسترول مثل الهرمونات ذات الأصل الدهني (الهرمونات الجنسية في الخصية والمبيض وهرمونات قشرة الكظر).

٣- تخزين النشا الحيواني

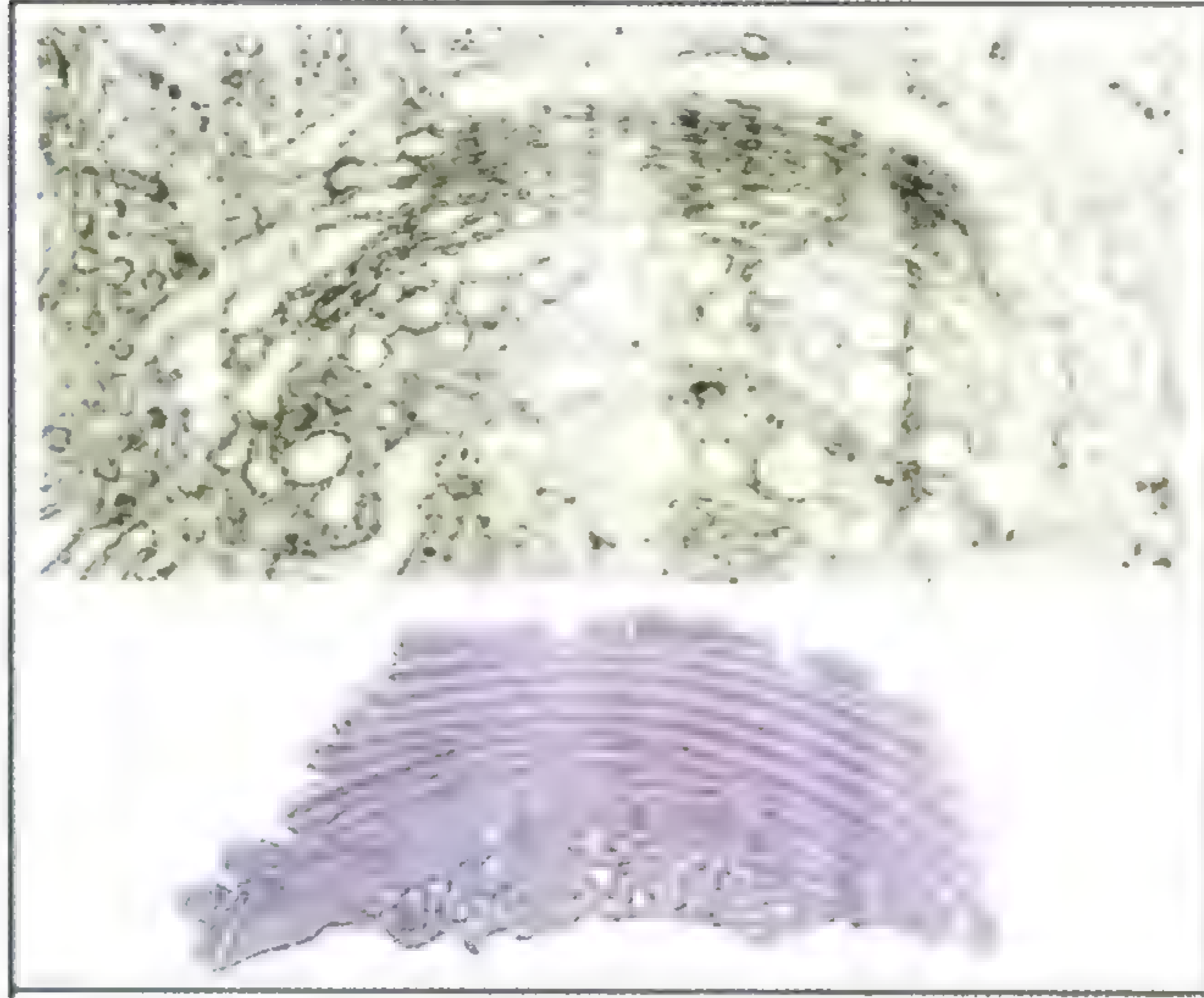
٤- مخزن للكالسيوم داخل الخلية وهو هام جدا للانقباض العضلي.



الشكل رقم (٤). يوضح الشبكة الهيولية.

جهاز جولجي Golgi apparatus

يختص جهاز جولجي (الشكل رقم ٥) بعملية الإفراز فهو يستقبل البروتين المصنع في الشبكة الهيولية الخشنة ويقوم بعملية إنضاج لهذا البروتين بإضافة بعض المواد الحاثّة له مثل إضافة بعض السكريات للبروتين ليصبح بروتيناً سكرياً glycoprotein وهو أحد المكونات الهامة لغشاء الخلية. أيضا إضافة الغالكتوز galactose وحمض السياليك sialic acid لبروتين خاص يتكون في الشبكة الهيولية ليكون مواد مثل حمض الهياليورونك hyaluronic acid والكوندرويتين chondroitin وهذه المواد مشابهة في وظائفها لمادة الأسمنت التي تلصق الخلايا معا خصوصا في الغضاريف والعظام. ويقوم جهاز جولجي بالإضافة إلى ذلك بتنشيط بعض الهرمونات التي تفرز من خلايا الغدد الصماء حيث وجد أن الهرمونات التي تنفصل من جهاز جولجي تكون في صورة نشطة. وجهاز جولجي يشبه في شكله صفّاً من الأطباق المترابطة ويوجد بالقرب من النواة بينها وبين الغشاء الخارجي للخلية مما يعضد من دوره في الإفراز الخارجي.



الشكل رقم (٥). جهاز جولجي.

الجسيمات الحالة Lysosome

هي حبيبات صغيرة منتشرة في الهيولي وهي منفصلة من جهاز غولجي و تحتوي علي إنزيمات محللة وهاضمة وتقوم الليسوسومات بالالتحام مع الأجسام الغريبة التي تدخل إلى الخلية مثل البكتريا والفطريات حيث تقتلها الإنزيمات المحللة الموجودة بها. كما أن الإنزيمات المفرزة في الليسوسومات لها القدرة علي تحليل البروتينات إلى أحماض أمينية والنشويات إلى سكريات أحادية. كما تقوم الليسوسومات بإفراز إنزيم خاصة بها تسمى الليسوزوم lysozyme قادر علي القضاء علي الكائنات الدقيقة كما هو الحال في اللعاب المفرز من الغدد اللعابية والغني بهذا الإنزيم وهي عملية فيزيولوجية هامة للحفاظ علي نظافة الفم.

البروكسيسومز Peroxisomes

وهي مشابهة في الشكل لليسوسومات ولكنها منفصلة من الشبكة الهيولية الناعمة وتحتوي علي إنزيمات مؤكسدة مثل اوكسيداز oxidase والكتالاز catalas. وتقوم البروكسيسومز بتكوين مواد مؤكسدة قوية مثل فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 . ونظرا لهذه القدرة علي إنتاج المواد المؤكسدة القوية تلعب البروكسيسومز دورا حيويا في القضاء علي الكثير من المواد الضارة في الجسم من خلال إفراز الإنزيمات التي تساعد علي إنتاج المواد المؤكسدة التي تقضي علي السموم التي تدخل الجسم وهي توجد بوفرة في الكبد حيث إنه العضو الأساس في القضاء على السموم في الجسم.

الحبيبات الإفرازية Secretory vesicles

وهي المسؤولة عن إفراز نواتج الخلية إلى الخارج وتوجد بكميات كبيرة في الخلايا غزيرة الإفراز مثل الغدد اللعابية والبنكرياس. وتنفصل الحبيبات الإفرازية من جهاز

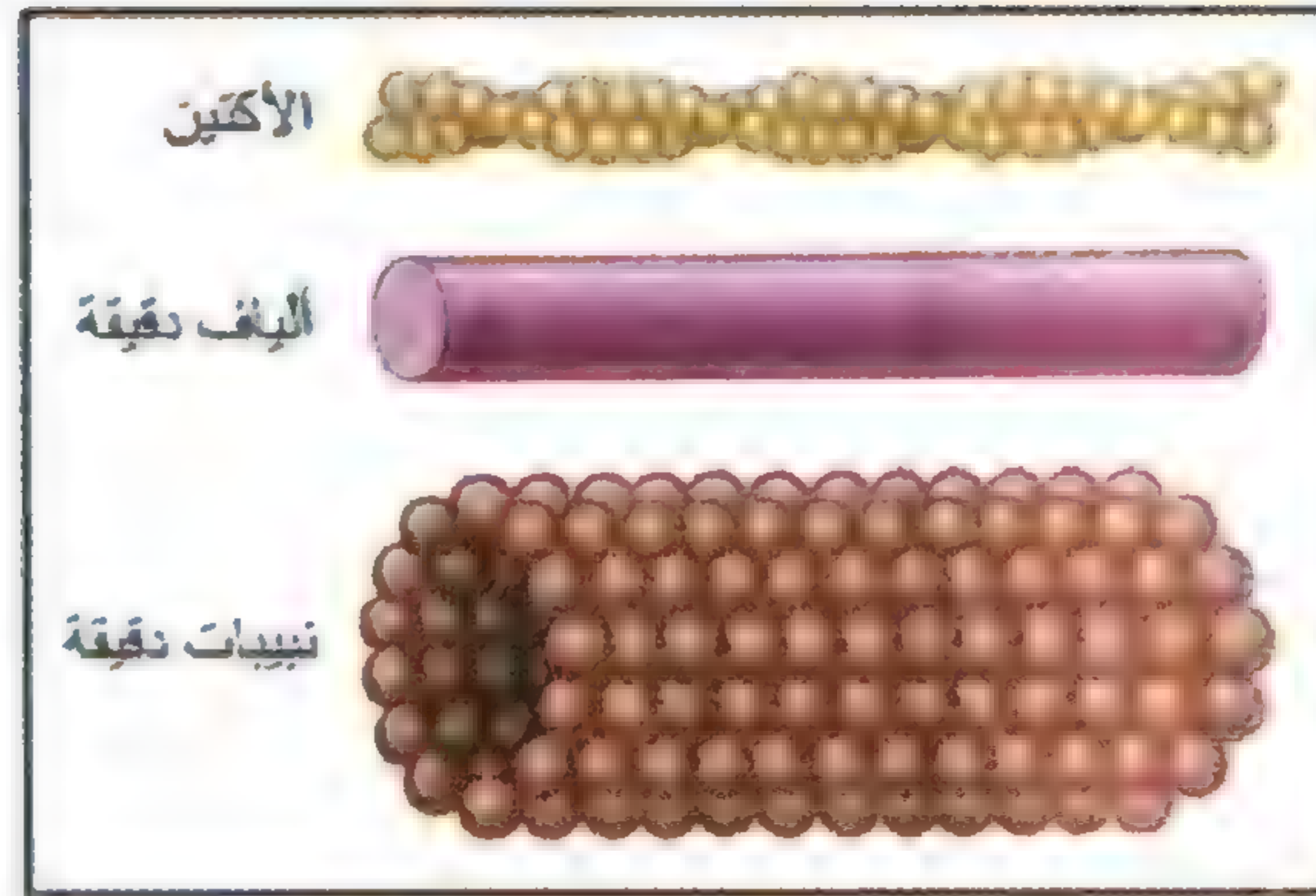
غولجي أو الشبكة الهيولية وتفرز المواد الإفرازية إلى الخارج بواسطة الطرد خارج الخلية
exocytosis.

الخيوط الدقيقة Microfilaments

عبارة عن خيوط دقيقة توجد في كل الخلايا تقريبا وهي المسؤولة عن إعطاء الخلية شكلها المميز فهي تمثل هيكل الخلية وقد تكون مكونة من الأكتين والميوسين كما هو الحال في الخلايا العضلية. كما أنها تكون الزغابات الدقيقة في خلايا الأمعاء كما تدخل في تركيب الخلايا العصبية مكونة المحور axon التغصنات dendrites المميزين للخلايا العصبية.

النيبيات الدقيقة Microtubules

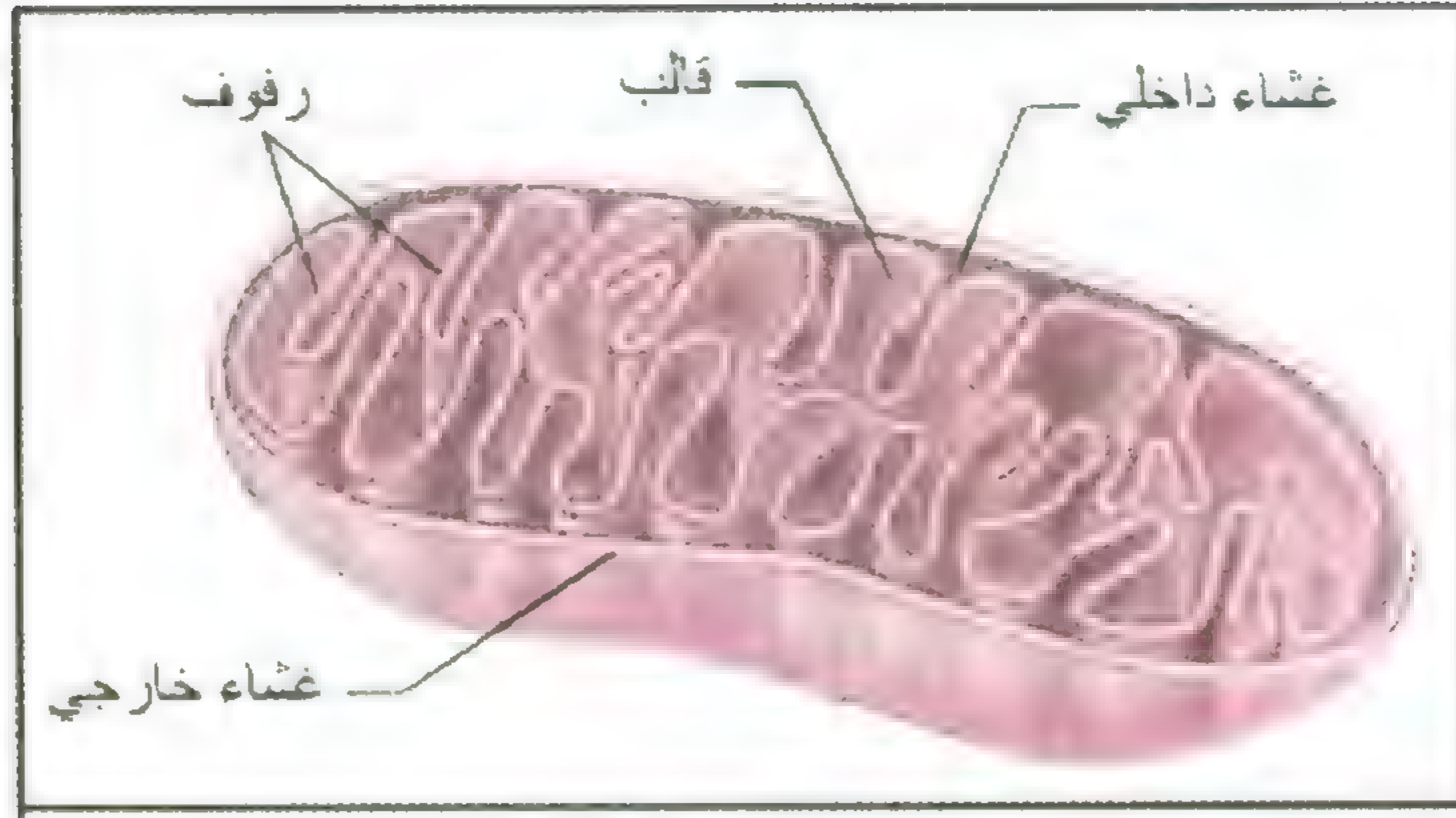
تشبه الأنابيب ولكنها مصممة وهي تكون هيكل الخلايا مع الخيوط الدقيقة وهي المسؤولة عن نقل المواد عبر الخلية خصوصا في النقل عبر المحور في الخلايا العصبية axonal transport وبواسطة هذه النيبيات الدقيقة تنتقل المواد الحائثة من الخلايا العصبية إلى نهايات الأعصاب التي تغذي الغدد والعضلات في الجسم. وفي الشكل رقم (٦) توضيح لألياف الهيكل الخلوي التي تحدد شكل الخلية والحركة في الخلية.



الشكل رقم (٦). ألياف الهيكل الخلوي التي تحدد شكل الخلية والحركة في الخلية

المتقدرات (الميتوكوندريا) Mitochondria

هي أجسام خلوية تشبه المقائق مكونة من غشاء خارجي وغشاء داخلي ينثني ليكون رفوفاً cristae متراصة تحتوي على إنزيمات مؤكسدة أساسية لعملية إنتاج الطاقة في الخلية (الشكل رقم ٧)، ويتناسب عدد المتقدرات في الخلية مع كم النشاط المطلوب من هذه الخلايا. وتتم في المتقدرات كل عمليات دورة كربس Krebs cycle وأيضاً عملية نقل الإلكترون electron transfer المصاحبة لدورة كربس وما يترتب علي ذلك من إنتاج كميات كبيرة من الحرارة التي ترتبط في صورة مركبات حاوية للطاقة مثل ثلاثي فوسفات الأدينوزين ATP وهو المادة الأساسية التي تحتوي على الطاقة في الخلية. وهناك بعض المواد المثبطة للمتقدرات مثل مركبات السيانييد القاتلة لأنها قادرة على وقف عملية إنتاج الطاقة فيها.



الشكل رقم (٧). يوضح تركيب الميتوكوندريا "بيت الطاقة في الخلية".

كما تعتبر المتقدرات مخزناً للكالسيوم في الخلية بجانب الشبكة الهيولية، كما تمتلك المتقدرات حمض د ن ا وهي بذلك قادرة على التكاثُر. وعدد المتقدرات في الخلية يختلف

حسب نشاط هذه الخلايا فتوجد بكثرة في الخلايا النشطة وبدرجة أقل في الخلايا الأقل نشاطاً.

إنتاج الطاقة في الخلية

يمر إنتاج الطاقة في الخلية بمرحلتين الأولى تتم بمعزل عن الأوكسجين وتحدث في الهيليولي وتسمى الحرق اللاهوائي للسكريات حيث يختزل الغلوكوز أو الغليكوجين إلى مركبات بسيطة في التركيب تنتهي بحامض اللبن. وينتج عن حرق واحد مول من الغلوكوز جزيئان من ATP وهيدروجين. وتتم المرحلة الثانية لإنتاج الطاقة حين يتوفر الأكسوجين وتتم هذه العملية في الميتوكوندريا حيث يدخل حمض البيروفيك المنتج من حرق الغلوكوز إلى الميتوكوندريا و يتحول عن طريق مجموعة من العمليات الكيميائية إلى ثاني أكسيد الكربون وماء وطاقة حرارية تخزن في صورة مركبات الفوسفات الحاوية للطاقة مثل ATP وفوسفات الكرياتين (CP) creatine phosphate. وفي الميتوكوندريا تحدث كل العمليات الحيوية المسؤولة عن إنتاج الطاقة في الخلية حيث تتم في دورة كربس بجانب حرق النشويات عمليات حرق للدهون والبروتينات. فالدهون تختزل إلى مركب الأسثيل كوايزيم الذي يندمج في دورة كربس والبروتين يدخل في دورة كربس في صورة الأحماض الأمينية وهي تشابه في تركيبها الكثير من الوسائط الكيميائية المكونة لها. وكل جزيئ من ATP يحتوي على روابط من الطاقة تربط الأدينوزين مع جزيئات حمض الفوسفوريك وتحطم جزء ATP إلى جزء من ADP ينتج في الجسم حوالي ٧٥٠٠ كالوري. وبذلك تكون الميتوكوندريا هي بيت الطاقة في الخلية وهي المسؤولة عن تحويل عناصر الغذاء إلى مركبات حاوية للطاقة تخزن في الخلية لحين الحاجة إليها .

الأغشية الخلوية "التركيب والوظائف"

Cellular membranes structures and functions

مقدمة

تتصف الأغشية الخلوية بأنها تركيب عالية اللزوجة ذات مرونة معينة وتشكل هذه الأغشية الجوبات المغلقة حول الخلايا لتفصل الخلايا عن بعضها وبهذا تعطي الذاتية الخلوية.

وللأغشية الخلوية نفاذية اختيارية تعمل كحاجز وبذلك فهي تحافظ على اختلاف التركيب بين السوائل داخل وخارج الخلية. وترجع هذه النفاذية إلى وجود قنوات channels ومضخات pumps للجزئيات والشوارد ويوجد أيضا بها مستقبلات نوعية للإشارات signals كالهرمونات hormones. وتتبادل الأغشية الخلوية المواد مع الوسط الخارجى بعدة طرق مثل التسرب والالتقام الخلوى. ويوجد أيضا موصلات فجوية تتبادل الخلايا المتجاورة المواد من خلالها.

وتشكل الأغشية الخلوية داخل الخلايا العديد من الأشكال الخلوية التى تسمى الجسيمات أو عضيات الخلية مثل الميتوكوندريا (mitochondria). الشبكة الهيولية الداخلية والشبكة الهيولية العضلية وجهاز جولجى. الحبيبات الإفرازية والجسيمات الحالة (الليسوسوم) والغشاء النووى.

ويوجد بالأغشية الخلوية أماكن خاصة للأنزيمات ومواقع للطاقة كما فى حالة الفسفرة التأكسدية.

الأهمية الطبية الحيوية للغشاء الخلوي

يحدث الخلل فى التوازن المائى وتدفق الشوارد عبر غشاء الخلية إلى حدوث اضطرابات تنعكس على الوظائف الخلوية وبالتالي ظهور حالات مرضية مثل نقص الجسيمات الحالة للمالتيز الحامضي يسبب مرض تخزين الجلو كوجين النمط II. وأيضا فى

حالة نقص ناقل اليوديد للغدة الدرقية يؤدي إلى مرض الدراق الولادي ويؤدي أيضا الالتقام الخلوي المعيب للبروتينات الدهنية منخفضة الكثافة low density lipoprotein (LDLP) إلى حدوث ترسيب الكوليسترول وحدوث أمراض الشرايين وبالتالي تنشأ الوظائف الخلوية الطبيعية نتيجة لوجود الأغشية الخلوية في صورة طبيعية.

الحفاظ على الوسط داخل وخارج الخلايا ضروري للحياة

لقد نشأت الحياة في البيئة المائية نتيجة تفاعلات خلوية وتحت خلوية وأنزيمات متعددة. إذاً كيف تتم صيانة الوسط المائي طالما أن الثدييات معظمها يعيش في الوسط الغازي؟ تقوم الأغشية الخلوية بفعل هذا بالحفاظ على الوسط المائي من خلال احتفاظ الجسم بالماء.

الماء داخل الجسم

يكون الماء حوالي ٥٦٪ تقريباً من وزن الجسم عند الإنسان وتختلف هذه النسبة بين الأفراد من معدل ٥٥٪ - ٦٧٪ وتختلف في داخل الكائن من نسيج إلى آخر. ويتكون هذا الماء من:

١- السائل داخل الخلايا (ICF) ويشكل حوالي ٣/٢ من الماء الإجمالي وبالتالي يحافظ على الوسط الملائم للخلية لكي تقوم بعدة وظائف من أهمها:

- (أ) تصنيع وتخزين واستخدام الطاقة
- (ب) التجديد الذاتي
- (ج) التكرار
- (د) بعض الوظائف الخاصة

٢- السائل خارج الخلايا (ECF)

ويشكل حوالي ٣/١ من الماء الإجمالي ويكون موزعاً بين البلازما و"الحيز" الخلوية. ويعمل على تزويد الخلايا بالغذاء "الجلوكوز - الأحماض الدهنية ، الأحماض

الأمينية (glucose – fatty acids and amino acids) والأوكسجين والشواردات المتعددة وكميات قليلة من المعادن وعدة أنواع من الهرمونات المنظمة للوظائف الخلوية ويعزل السائل خارج خلوي نواتج الفضلات وثنائي أكسيد الكربون.

يحتوي الوسط الداخلي للخلايا (ICF) على كميات أعلى من كل من البوتاسيوم K^+ والمغنسيوم Mg^{2+} والفوسفات ولكن يتميز السائل خارج الخلوي (ECF) باحتوائه على تركيزات عالية من شواردات الصوديوم Na^+ والكالسيوم Ca^{2+} والكلورين Cl^- عن الوسط الداخلي للخلايا.

ويلاحظ أيضاً أن معدل الجلوكون في السائل خارج الخلايا أعلى منه في السائل داخل الخلايا حيث يصل إلى حوالي 5.5 mmol/L في السائل خارج الخلوي (ECF) مقابل 0.1 mmol/L في السائل داخل الخلوي (ICF) والعكس بالنسبة للبروتينات حيث يوجد أعلى تركيز لها في السائل داخل الخلايا ليصل إلى حوالي 16 g/dL (١٦ جرام/١٠٠ ملي) مقابل 2g/dL في السائل خارج الخلايا.

تركيب الغشاء الخلوي

يتألف الغشاء الخلوي بشكل رئيس من البروتينات والدهون الفوسفورية وأهم أنواعها (الفوسفاتيديل كولين والفوسفاتيديل إيتانولامين) والكوليسترول ويتكون من طبقتين وتأخذ شكل ملقط الغسيل نوعاً ما ويحتوي على جزء قطبي محب للماء hydrophilic وهو الرأس وجزء غير قطبي وهو الذيل وهو غير قابل للانحلال بالماء أو كاره للماء hydrophobic.

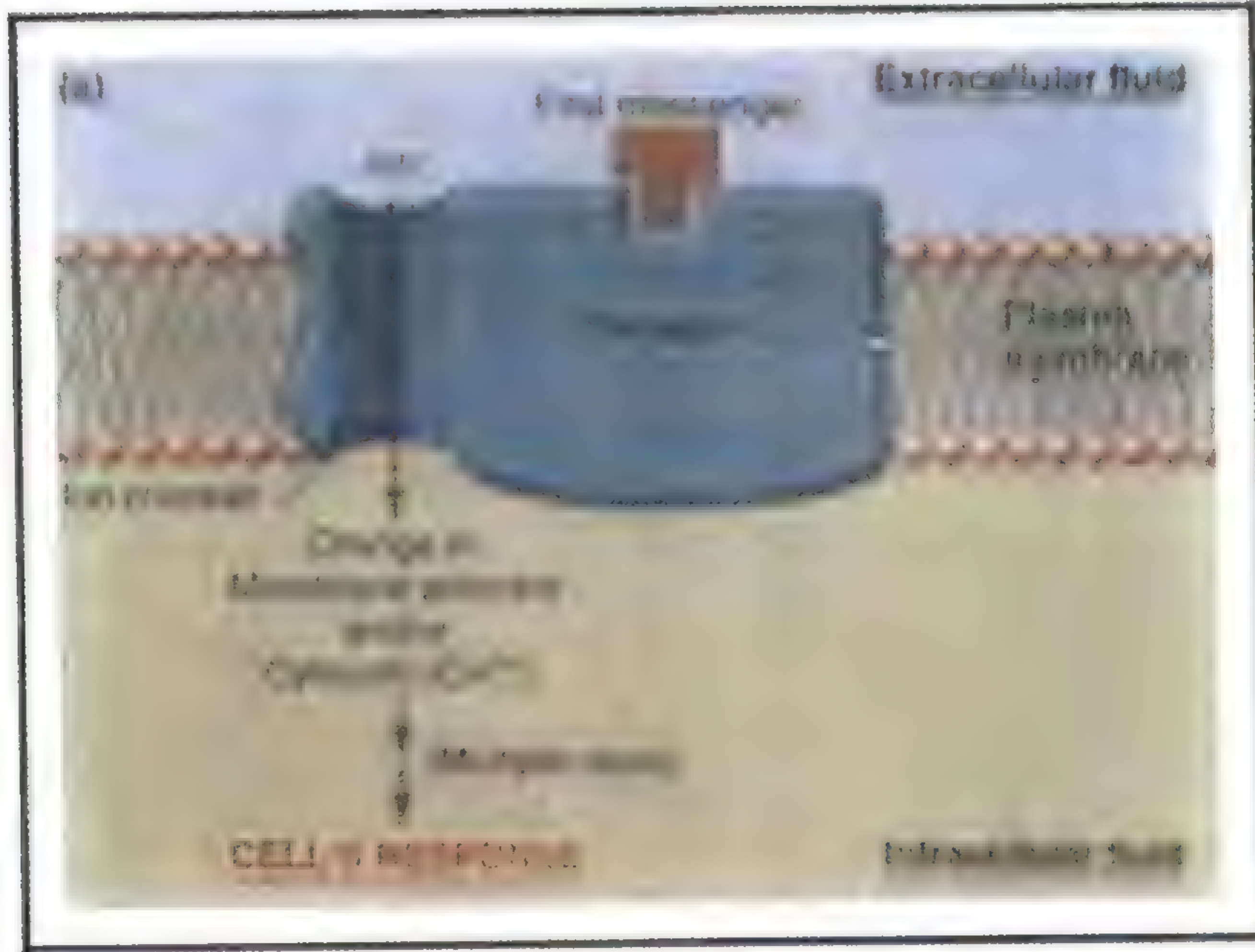
ويكون الجزء المحب للماء معرضاً لكل من السائل خارج الخلايا والسائل داخل الخلايا. وهناك عدة أنواع من البروتينات في الغشاء الخلوي وتتواجد كوحدات كروية منفصلة والكثير منها يخترق الغشاء وهي نوعان:

بروتينات داخلية integral proteins وبروتينات محيطية peripheral proteins وتنتشر داخل وخارج الغشاء الخلوي. وتختلف كمية البروتين تبعاً لوظيفة الغشاء ولكنها تؤلف تقريباً في معظم الخلايا من ٥٠ ٪ من كتلة الغشاء أي أنه يوجد جزئية بروتين واحدة لكل ٥٠ جزئياً من الدهون الفوسفورية الأصغر حجماً. وتوجد الأجزاء الكارهة للماء غير المشحونة في داخل الغشاء عادة. علي حين توجد الأجزاء المحبة للماء في السطوح. وتلتصق البروتينات المحيطية على سطح الغشاء بطرق متعددة .

وظائف بروتينات الغشاء الخلوي

- ١- لبروتينات الغشاء الخلوي عدة وظائف بجانب أنها تكون البناء الخلوي فهي تعمل كمضخات Pumps تنقل الشوارد بشكل فعال عبر الغشاء الخلوي مثل مضخة الصوديوم والبوتاسيوم ومضخة الكالسيوم التي تعمل علي انتقال السيل العصبي وانقباض العضلات.
- ٢- تعمل البروتينات كقنوات لنقل العناصر من وإلى الخلايا الحية. قنوات الصوديوم والبوتاسيوم.
- ٣- تشكل البروتينات الغشائية أيضاً النواقل Carriers والتي تنقل المواد بالانتشار الميسر عبر الغشاء الخلوي .
- ٤- تعمل بروتينات الغشاء الخلوي كمستقبلات Receptors . تتحد مع الرسائل العصبية أو الهرمونات ذات الأصل البروتيني وتحدث التغيرات الفسيولوجية.
- ٥- تعمل أيضاً كإنزيمات Enzymes تحفز وتنشط التفاعلات على سطح الغشاء الخلوي.

٦- تعمل البروتينات السكرية علي معالجة الأضداد Antigens والتعرف علي الخلايا مثل بروتينات فصائل الدم في الإنسان والتي توجد علي أسطح خلايا الدم الحمراء وتحدد نوع الفصلية عند اختبارها في المعمل باستخدام Anti-A أو Anti-B .
ويبين الشكل رقم (٨) تركيب الغشاء الخلوي والمستقبلات الموجودة به.



الشكل رقم (٨). تركيب الغشاء الخلوي والمستقبلات الموجودة به.

الفصل الثاني

الجهاز العصبي

Nervous system

الجهاز العصبي Nervous system ينقسم إلى الجهاز العصبي المركزي Central Nervous system والجهاز العصبي المحيطي Peripheral Nervous system .

الجهاز العصبي المركزي: هو المسؤول عن التحكم والتنفيذ الكامل لكل وظائف الجسم سواء الإرادية منها أو اللاإرادية حيث يقوم الجهاز المركزي بالتحكم في المشي والحركة والتوازن يقوم الجهاز العصبي اللاإرادي بالتحكم في حركة الأحشاء الداخلية .

أولاً: الجهاز العصبي المركزي

- ١- يتكون من المخ أو الدماغ Brain: يوجد داخل الجمجمة العظيمة ويوزن المخ حوالي ١٤٠٠ جرام ويتكون من القشرة المخية و المراكز تحت القشرة — Cerebral Cortex & Sub cortical,
- ٢- جذع المخ Brain stem ويتكون من المخ الأوسط Mid brain (المهد Thalamus — الوطاء Hypothalamus) — الجسر Pons — النخاع المستطيل Medulla Oblongata .
- ٣- الحبل الشوكي Spinal Cord: يمتد من جذع المخ إلى داخل العمود الفقري ويتكون من عدة أجزاء منها : العنقية — الصدرية — القطنية — العجزية . Cervical - thoracic - lumbar - sacral - coccygeal
- ٤- المخيخ Cerebellum

ثانياً: الجهاز العصبي المحيطي

Peripheral Nervous System

وهو عبارة عن مجموعة من الأعصاب تربط الجهاز العصبي المركزي بالأعضاء الجسم والأحشاء المختلفة وهي تشمل الأعصاب المخية " القحفية " Cranial nerves وعددها 12 زوجاً من الأعصاب تخرج من المخ وجذع المخ بعضها أعصاب حسية وأخرى مختلطة (حسية وحركية) وتخرج الأعصاب الشوكية من كل فقرة من فقرات الحبل الشوكي. وعددها ٣١ زوجاً وهي عبارة عن أعصاب مختلطة (حسية وحركية).

وينقسم أيضاً الجهاز العصبي حسب الوظيفة إلى جزئين هما الجهاز العصبي الجسمي " الإرادي " somatic nervous system والجهاز العصبي اللاإرادي ويتحكم الجهاز العصبي الإرادي في وظائف الحركة والمشى والتوازن والإحساس ويتحكم الجهاز العصبي اللاإرادي Autonomic nervous system في وظائف الأعضاء الحشوية الداخلية للجسم وفيه يتصل الجسم بالأحشاء بواسطة عصب محرك Efferent motor " خارج من المخ " والآخر عصب حسي " داخل إلى المخ " afferent n أو (sensory).

قشرة المخ. Cerebral Cortex.

هي أكثر أجزاء الدماغ Brain تطوراً وتتحكم في العديد من الوظائف مثل التفكير في الإنسان والذكاء والكلام والذاكرة ورد الفعل المنعكس المشروط Conditioned Reflex

وتكون في أكمل صورها عند الإنسان وتقل في الرئيسيات العليا مثل الشمبانزي والغوريلا عن الإنسان وتقل في الحيوانات آكلة اللحم ثم آكلات الأعشاب. ويمثل المخ ٢٪ من وزن الجسم في الإنسان ويستهلك المخ حوالي ١٢٪ من طاقة الجسم ويصل

الإمداد الدموي للمخ حوالي ١٤٪ من حجم الدم، ٩,٠٪ في الشمبانزي وتتكون قشرة

المخ من ثلاث مناطق رئيسة هي:

١- المناطق الحركية motor area

٢- المناطق الحسية sensory area.

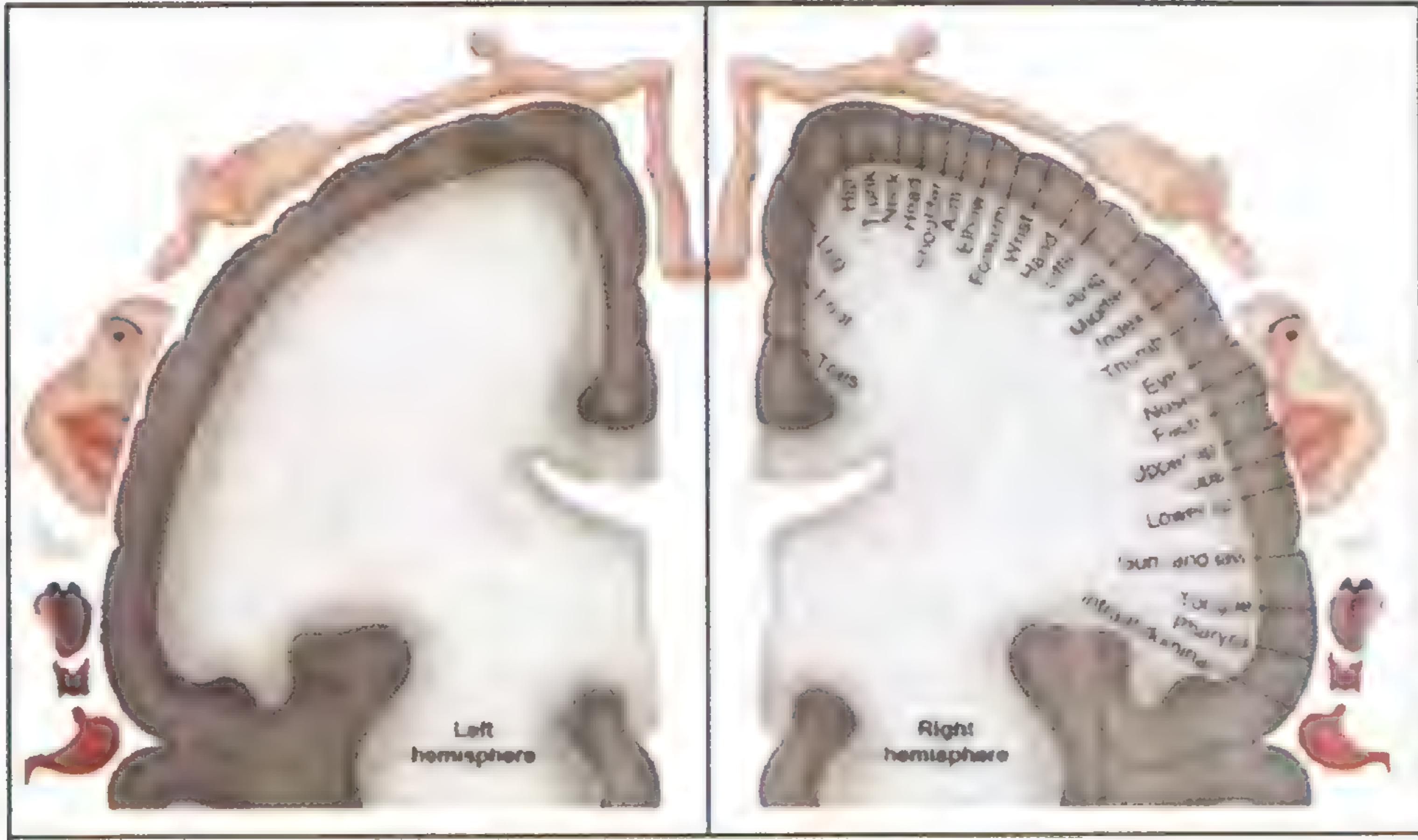
٣- المناطق المشتركة.

وفي الشكل رقم (٩) توضيح لتركيب القشرة المخية، وفي الشكل رقم (١٠) توزيع

الأعضاء في القشرة المخية.



الشكل رقم (٩). يوضح تركيب القشرة المخية.



الشكل رقم (١٠). توزيع الأعضاء في القشرة المخية.

يختلف تمثيل المراكز الحركية حسب أهمية الوظيفة بالنسبة للإنسان فمثلاً اليد تحتل مساحة كبيرة في المنطقة الحركية في قشرة المخ والعين منطقة كبيرة في المنطقة الحسية. ولكن في الكلاب تمثل الأذن ears والأنف nose مساحة كبيرة في المناطق الحسية لقشرة المخ.

توجد بعض التلافيف gyri وأثلام fissures تعمل على زيادة مساحة القشرة المخية خاصة في الإنسان والحيوانات العليا.

تنقسم قشرة المخ إلى أربعة فصوص محددة ومنفصلة بواسطة الأثلام الموجودة بقشرة المخ وتسمى حسب موقع عظام الجمجمة وهي:

- ١- الفص الصدغي Temporal lobe ويحتوي على مراكز السمع Auditory area
- ٢- الفص القذالي Occipital lobe ويحتوي على مركز النظر أو الإبصار Vision
- ٣- الفص الجداري Parietal lobe ويحتوي على المركز الأساسي لاستقبال السيالات العصبية الحسية.

٤- الفص الأمامي (الجبهي) Frontal lobe ويحتوي على المناطق الحركية للجسم تمثل هذه المناطق بصورة مقلوبة داخل هذا الفص.

الطرف السفلي في الأعلى والرأس في المنطقة السفلى، الجزء الأيسر من الجسم ممثل في الفص الأيمن من قشرة المخ والعكس. ويحتوي الفص الأمامي على مراكز الوظائف العقلية العليا مثل التفكير، الذاكرة، الحكم على الأشياء ولذلك هو أكبر في الإنسان عن بعض الحيوانات. ونلاحظ أن المناطق الحسية في الإنسان تمثل أكثر القشرة المخية مثل الشفاه واللسان ولكن في الكلاب الأذن والأنف ممثلة أكثر لأنها أعضاء هامة لحواس السمع والشم بالنسبة للكلاب ويستخدم هذه الحواس للتعرف على أشياء كثيرة في الوسط المحيط.

مصادر تنبيه القشرة المخية

- ١- عن طريق العين إلى مركز الرؤية "الإبصار".
- ٢- الأذن الداخلية ← إلى المخيخ لحفظ توازن الجسم.
- ٣- من المستقبلات الخارجية بالقدم إلى القشرة المخية - المخيخ.
- ٤- من مستقبلات المفاصل ومستقبلات جولجي من أوتار العضلات إلى المخيخ وإلى القشرة المخية.
- ٥- من العضلات "مغازل عضلية" Muscle spindles

الإحساس "الجهاز الحسي" Sensory system

الجهاز الحسي

هو المسؤول عن إحساس الإنسان بالوسط المحيط به حتى يتمكن من التفاعل مع العالم الخارجي وحدث ردة الفعل المناسبة له.

ويتكون الجهاز الحسي من:

- ١- مجموعة من المستقبلات العصبية الحسية "موزعة على الجلد أو داخل الجسم". ترسل
سيالات عصبية من الجلد أي المؤثرات الخارجية أو من داخل أعضاء الجسم أي
المؤثرات الداخلية .
- ٢- أعصاب حسية تحمل السيالات العصبية الحسية إلى قشرة المخ .
- ٣- مناطق حسية "قشرة المخ".
- ٤- وتعمل هذه المناطق على تحليل وترجمة الإشارات العصبية القادمة من أعضاء الحس
والتعرف على نوع الإحساس وإرسال معلومات إلى مناطق الحركية أو المشتركة
لإصدار ردة الفعل المناسبة.

الجهاز الطرفي Limbic system

يتكون هذا الجهاز من مجموعة من التلافيف المخية التي تقع في السطح الداخلي
للفص الصدغي ويتحكم في الوظائف الانفعالية ويتكون من الأجزاء التالية:

الحصين Hippocampus

وهو مسؤول عن الذاكرة الدائمة وخاصة عملية تخزين المعلومات كما يلعب
دورا في الذاكرة القريبة وأيضا هو مسؤول عن اليقظة وله دور أيضا في الانفعال والقلق.

الحاجز Septum

ويتكون من مراكز عصبية ويتحكم في وظائف النوم وفي الذاكرة العاملة
والسلوك العدواني.

اللوزة Amygdala

هي عبارة عن مجموعة من الخلايا العصبية مسؤولة عن نوع الانفعال وشدته. وهي مسؤولة عن سلوك التغذية والسلوك الجنسي ويؤدي الخلل في اللوزة إلى وضع أي شيء في الفم بدون تمييز وتزايد السلوك الجنسي.

الحقفة Uncus

هي مسؤولة عن عمليتي الشم والتذوق ويؤدي الخلل في وظائفها إلى ظهور هلوسة شمّية أو تذوقية وعموماً يعمل الجهاز الحوفي كوحدة وظيفية مترابطة مع القشرة المخية.

وظائف الجهاز الطرفي Limbic system

- ١- تنظيم السلوك: مثل سلوك التغذية، والسلوك الجنسي.
- ٢- التحكم في ردود الأفعال في حالات الخوف والغضب والرضا.
- ٣- تنظيم تناول الطعام مع الوطاء.
- ٤- التحكم في الانفعالات بالتعاون مع الوطاء. Hypothalamus.
- ٥- التحكم في وظائف التذوق والشم والتعرف على الطعام.
- ٦- التحكم في الذاكرة القريبة والدائمة وتحليل المعلومات المكانية.
- ٧- التحكم مع مراكز المخ في النوم واليقظة والقلق.

المخيخ Cerebellum

عضو كبير يقع فوق جذع المخ ويرتبط معه بواسطة ثلاثة من السويقات وهي السويقة العليا- الوسطى- السفلية. ويحمل السيالات العصبية من وإلى المخيخ. ويتكون

من فصين ويوجد على سطحه تلافيف كثيرة تزيد من مساحة السطح . ويعمل المخيخ تحت مستوى الوعي.

وظائف المخيخ

- ١- تنظيم الحركة الإرادية للعضلات الهيكلية.
- ٢- تنظيم درجة توتر العضلات الإرادية.
- ٣- حفظ توازن الجسم حيث يستقبل سيالات عصبية من أماكن كثيرة من الجسم.

(أ) مستقبلات حسية موجودة في المفاصل والعضلات في الأرجل والأقدام.
 (ب) جهاز التوازن في الأذن الداخلية.
 (ج) قشرة المخ المسؤولة عن الإبصار.
 (د) قشرة المخ المسؤولة عن الحركة. وبذلك يعمل على حفظ توازن الجسم والحافظ على الحركة المطلوبة .

الخلل في وظائف المخيخ يؤدي إلى عدم التوازن والترنح في حالة الوقوف وخلل القياسي- فقد القدرة على توافق انقباض العضلات الهيكلية. والوهن- انخفاض توتر العضلات.

جذع المخ Brain stem

هو ساق قصيرة تبدأ من أسفل المخ، وينتهي في قاع الجمجمة حيث يبدأ الحبل الشوكي ويلعب دوراً هاماً في التحكم في وظائف العضلات الهيكلية الخاصة بالوقوف وحفظ توازن الجسم. ويتكون جذع المخ من ثلاثة أجزاء هي: المخ الأوسط Mid Brain، والجسر أو الحدية Pons، والنخاع المستطيل Medulla Oblongata. ولكل جزء منها

وظائف محددة. ويمتد عبر هذه الأجزاء الثلاثة مجموعة من الخلايا العصبية التي تتجمع وتبدو كالشبكة يطلق عليها التكوين الشبكي Reticular Formation وهو جزء له علاقة بتوتر العضلات وانقباضها وشدة الانعكاسات الشوكية Spinal reflexes، كما له علاقة وطيدة باليقظة والانتباه والنوم.

١- المخ الأوسط

يخرج منه العصب الدماغى الثالث (العصب المحرك للعين Occulomotor) والعصب الدماغى الرابع (العصب البكرى Trochlear) وهما محركان لعضلات العينين.

الوطاء Hypothalamus

هى الجزء الأمامى من المخ الأوسط وتحتوى على العديد من النوى (النواة الوطائية الخلفية والنواة الظهرية والنواة البطنية المتوسطة والنواة جانب البطنية والنواة فوق البصرية والأنوية الحليمية والنواة فوق التصالب والنواة المقوسة) والمناطق النوية مثل المنطقة الوطائية الظهرية والأمامية)

وظائف الوطاء

١- العلاقة مع الغدة النخامية: يوجد اتصال دموى وعائى أو باي بين الوطاء والغدة النخامية الأمامية واتصال عصبي بينها وبين الغدة النخامية الخلفية (سوف يتم شرح هذه العلاقة فى الغدد الصماء).

٢- تنظيم درجة حرارة الجسم. يرد إلى الوطاء سيال عصبي من مستقبلات البرودة والحرارة حيث يستجيب الجزء الأمامى من الوطاء للحرارة ولكن يستجيب الجزء الخلفى للبرودة. تظل درجة حرارة الجسم ثابتة نتيجة أن كمية الحرارة المنتجة فى الجسم تساوي كمية الحرارة المفقودة من الجسم:

أ) تنتج الحرارة في الجسم نتيجة:

- عمليات الاستقلاب الأساسية.
- تناول الطعام (عمل ديناميكي نوعي).
- انقباض العضلات.

ب) تفقد الحرارة من الجسم من خلال الإشعاع والنقل ويمثل حوالي ٧٠٪ والتبخر التعرقي من الجلد ويمثل حوالي ٢٧٪ عن طريق التنفس ويمثل حوالي ٢٪ والتبول والتبرز حوالي ١٪.

٣- تنظيم تناول الغذاء و الشهية وسلوك العطش والإحساس بالجوع: توجد خلايا حساسة للجلوكوز Glucostate أو ناظم الجلوكوز ويوجد مركزان للشهية (مركز الشبع البطني ومركز الجوع أو التغذية الوحشي). يسبب تنبيه مركز التغذية Feeding centre حدوث تناول الطعام. إن وظيفة مركز الشبع Satiety هو تثبيط مركز التغذية.

حيث إن مركز التغذية فعال أو نشط دائما. حيث يثبط هذا المركز بعد عملية هضم الطعام. ويتحكم مستوى الجلوكوز أو السكر في خلايا مركز الشبع في الشهية. فعند انخفاض تمثيل الجلوكوز في هذه الخلايا. حيث يكون الفرق بين تركيز الجلوكوز في الدم الشرياني والدم الوريدي منخفضا. فإن فعالية مركز الشبع تقل وتنقص فيستشعر الإنسان الجوع. ولكن يكون تمثيل الجلوكوز عاليا. تزداد فاعلية ناظم الجلوكوز ويثبط مركز التغذية ويشعر الإنسان بالشبع أو التخممة.

في مرض السكري يكون هناك ارتفاع في مستوى السكر في الدم ولكن معدل دخول السكر إلى مركز الشبع ينخفض ونتيجة نقص الأنسولين حيث إن منطقة النواة البطنية المتوسطة في الوطاء تتأثر بمستوى الأنسولين وبالتالي يزداد الإحساس بالجوع علي

الرغم من ارتفاع مستوى السكر. مع العلم أن أغلب خلايا المخ لا تعتمد على مستوى الأنسولين.

هناك بعض النواقل العصبية مثل السيروتونين والكاتيكولامينات تعمل علي تقليل تناول الطعام. ويؤدي تنشيط المستقبلات الفا ٢ الأدرنجية في الوطاء إلى زيادة الشهية ولكن تنشيط مستقبلات البيتا والحائة للدوبامين إلى نقص الشهية. ويستخدم الأمفيتامين والأدوية المشابهة في إنقاص الوزن نتيجة النقص في الشهية. وأيضا يؤدي هرمون الكولي سيستوكينين Chloecystokinin (CCK) والذي يفرز من الأمعاء بعد تناول الطعام يؤدي إلى نقص الشهية والشبع . ويحدث هرمون الكالسيتونين Calcitonin نفس التأثير.

٤- تسيطر أيضا الوطاء علي عملية النوم.

٥- علاقة الوطاء مع الجهاز العصبي الذاتي . تتحكم الوطاء في الوظائف الذاتية.

٦- تنظيم السلوك الجنسي.

الجسر أو الحذبة Pons

ويخرج منه أربعة أزواج من الأعصاب القحفية هي العصب الخامس (التوأمي الثلاثي Trigeminal) وهو عصب حسي وحركي حيث ينقل الإحساس من الوجه ويساعد في تحريك عضلات المضغ. والعصب السادس (المبعد Abducent) الذي يتحكم أيضا في تحريك عضلات العين. والعصب السابع (الوجهي Facial) وهو عصب حركي حسي مسؤول عن تحريك عضلات الوجه ونقل الإحساس (حاسة التذوق) من مقدمة اللسان. والعصب الثامن (السمعي Auditory) وهو عصب حسي مسؤول عن حاسة السمع والاتزان.

ويحتوي الجسر علي مراكز التنفس (مركز الأنيوستيك و مركز النيموتاكسيك) وهي مسؤولة عن تنظيم عملية التنفس مع النخاع المستطيل.

٢- النخاع المستطيل

يخرج منه أربعة أزواج من الأعصاب القحفية هي العصب التاسع (اللساني البلعومي Glosso-Pharyngeal) وهو عصب حسي في معظمه ينقل إحساسات التذوق من الثلث الخلفي للسان، كما أنه حركي يساعد في عملية البلع؛ والعصب العاشر (الحائر أو المبهم Vagus) الذي يغذي العديد من أجزاء الجهاز الهضمي والدوري والتنفسي؛ والعصب الحادي عشر (اللاحق Accessory) الذي يغذي عضلات الرقبة والكتف؛ وأخيرا العصب الثاني عشر (تحت اللساني Hypoglossal) وهو المسؤول عن تحريك اللسان، ويحتوي على المراكز الحيوية الهامة مثل مركز الشهيق والزفير ومركز إسراع القلب ومركز البلع ومركز تنشيط إفراز اللعاب.

ملحوظة: الأعصاب الدماغية التي تحمل الجهاز العصبي نظير الودي وتخرج من المخ هي العصب الثالث والعصب السابع والعصب التاسع والعصب العاشر . وتتحكم في وظائف الأعضاء اللاإرادية في الرأس و الصدر وتجويف البطن . أما باقي الأعصاب الدماغية التي تخرج من المخ هي العصب البصري Optic وهو عصب حسي ويحمل حاسة الإبصار من العين (الشبكية) إلى مركز الإبصار في المخ (الفص القذالي) والعصب الشمي Olfactory ويحمل حاسة الشم من الأنف إلى مركز الشم في المخ.

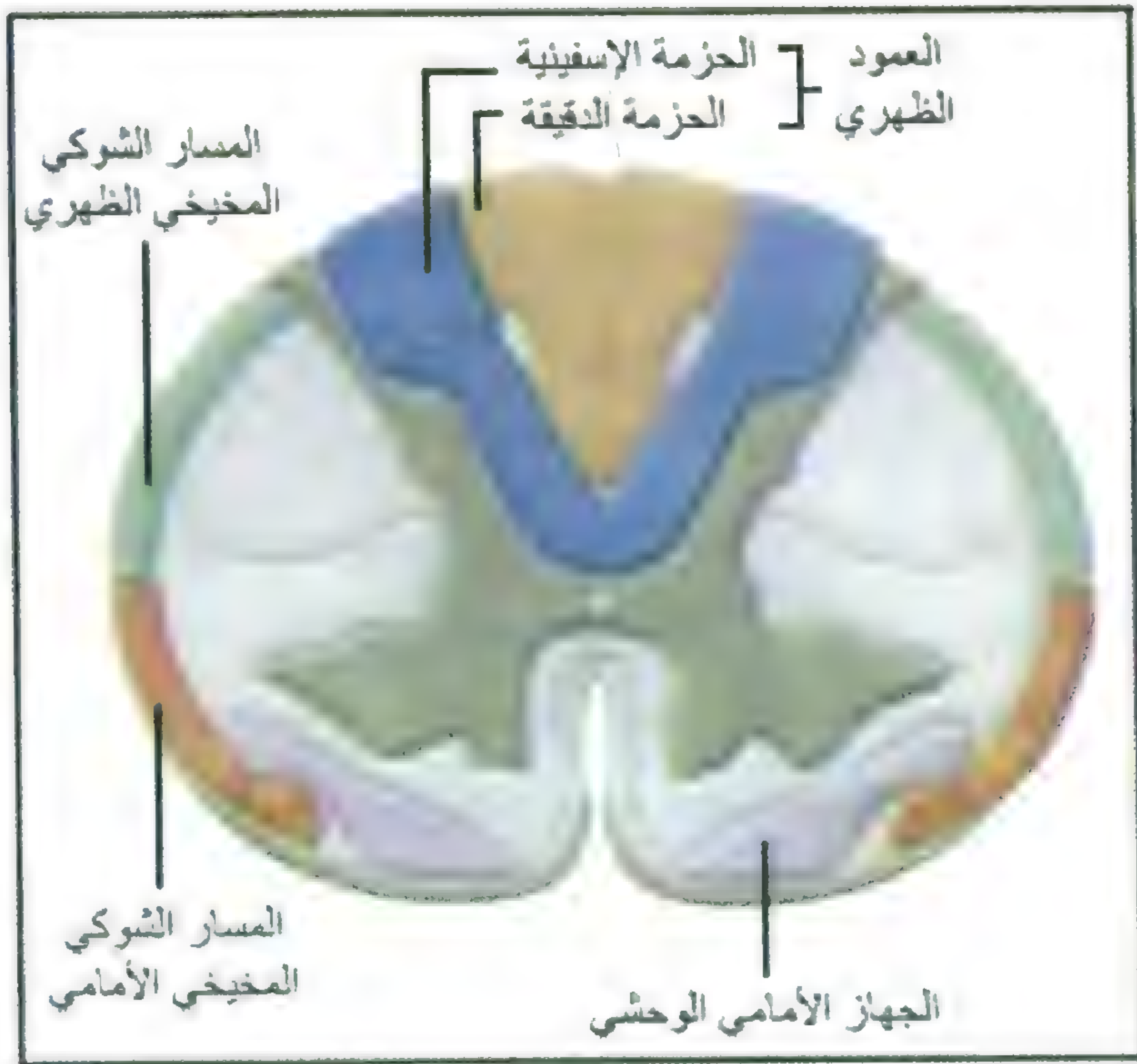
٣- الحبل الشوكي Spinal Cord

يوجد الحبل الشوكي داخل العمود الفقري وهو امتداد للنخاع المستطيل ويصل طوله حوالي ٤٥ سم تقريبا ومغلف بالسحايا ومحاط بالسائل الدماغى ويتكون من المادة الرمادية وهي عبارة عن أجسام الخلايا العصبية المحركة وكثير من الخلايا الوسيطة الرابطة. تأخذ المادة الرمادية شكل الفراشة أو حرف H وتتكون من قرنين ظهريين

وقرنين بطنيين وتخرج الأعصاب الحسية من القرنين الظهرين والأعصاب الحركية من القرنين البطنيين.

المادة البيضاء وهي تحتوي على محاور الخلايا العصبية وتأخذ اللون الأبيض نتيجة وجود النخاعين أو الميالين وهي عبارة عن محاور الخلايا العصبية الموجودة في الطبقة السنجابية وتتجمع هذه المحاور في ثلاثة أعمدة هما العمود الظهري والبطني والوحشي dorsal, ventral, lateral وتم فيها نوعان من المسارات العصبية المسارات الصاعدة " sensory الحسية" . المسارات الحركية "الهابطة" motor tract "descending".

وتخرج من خلايا الدماغ إلى الحبل الشوكي. عبر القرن البطني من المادة السنجابية " تمثل أعصاب الحركة".



الشكل رقم (١١). تركيب الحبل الشوكي.

أ) المسارات الحسية "الصاعدة": وهي عبارة عن:

- مسار الحزمة الرشيقة *gracilis* ومسار الحزمة الأسفينية *cuneatus* ويقع هذان المساران في العمود الظهري من الحبل الشوكي ووظيفتهما الإحساس بوضع الجسم والاهتزازات التي يتعرض لها. بالإضافة إلى معلومات خاصة بالمراكز العليا مثل الحجم والشكل.

- المسار الشوكي المهادي *spino-thalamic tract* وهو عبارة عن المسار الوحشي الذي ينقل الإحساس بالألم والحرارة. *Pain-temperature sensation*. والجزء أو المسار البطني والذي ينقل الإحساس باللمس *touch* إلى المهاد *thalamus*.

- المسار الشوكي المخيخي *spino-cerebellar tract* وتمر عبر العمود الوحشي ومنه إلى المخيخ - كما يوجد فرع بطني من هذا المسار ينقل الإحساس من المنطقة القطنية والعجزية. وينقل هذا المسار الإحساس في العضلات والمفاصل إلى المخيخ للحفاظ على التوازن.

ب) المسارات الحركية "الهابطة" *descending tract* وهي تحمل الأوامر الحركية من المخ "قشرة المخ" إلى أجزاء الجسم المختلفة. نوعان:

- المسارات الهرمية: *pyramidal tract*: هذه المسارات تخرج من قشرة المخ وتمر عبر أجزاء عديدة من الدماغ إلى أن تصل إلى النخاع المستطيل *M.O.* حيث تتصلب عند مستوى أهرامات النخاع المستطيل *medullary pyramids* حيث تتجه الأعصاب القادمة من فص المخ الأيسر إلى نصف الجسم الأيمن والعكس ووظيفتها: نقل الأوامر الحركية من الدماغ إلى النصف الآخر من الجسم وتسمى هذه المسارات "القشرية المخية الشوكية" *Cortico spinal tract*.

وظائف المسارات الهرمية:

١- بدء الحركات الإرادية للعضلات الهيكلية والحفاظ على توتر العضلات muscle tone لحفظ توازن الجسم والتحكم في العضلات المسؤولة عن التنفس وحركة القلب.

٢- مسؤولة عن الحركات الدقيقة مثل حركة الأصابع والمهارات الحركية في الإنسان ولكنها في الحيوان غير مكتملة وتظهر فقط من خلال حركة الأذن في الكلاب وحركة الشفاه Lip curling في الخيول

• المسارات خارج الهرمية extra-pyramidal: وهي مسارات خارج هرمية تخرج من قشرة المخ ولا تمر من أهرامات النخاع المستطيل. وهذه المسارات مسؤولة عن الحفاظ على وضع الجسم على الأرض ضد الجاذبية الأرضية. ورد الفعل "منعكس الاتزان ومنعكس الرقبة"، وهي مسؤولة عن أداء الحركات الجماعية الإرادية وشبه الإرادية التي تحدث أثناء المشي والمختصة باتزان وضع الجسم. وأيضا يتم في الحبل الشوكي عدة وظائف منها "التبول- التبرز- الانتصاب القذف".

رد الفعل المنعكس Reflex action

هو الوحدة الوظيفية للجهاز العصبي أما القوس العصبي الانعكاس (reflex arc) هو المكونات العصبية المسؤولة عن رد الفعل المنعكس. ويتكون القوس الانعكاسي Reflex arc من:

- ١- مستقبلات حسية Sensory receptor توجد في الجلد.
- ٢- عصب حسي يحمل السيالات العصبية الناتجة من المستقبلات الحسية sensory أو. Afferent n
- ٣- مشبك عصبي أو أكثر في الحبل الشوكي وهو المسؤول عن نقل الأوامر المحركة

العصب المحرك motor n. . ويحمل الأوامر الحركية إلى عضو الحركة أو العضلات.

٤- العضلات المتأثرة.

أنواع رد الفعل المنعكس

١- رد فعل منعكس وحيد المشبك هو أبسط أنواع رد الفعل المنعكس ويوجد به مشبك واحد بين العصب الحسي والعصب المحرك .

٢- رد فعل منعكس متعدد المشابك يوجد به عدد كبير من التشكلات يتراوح بين اثنين إلى مئات المشابك لتنفيذ رد فعل منعكس واحد.

ويخرج من الحبل الشوكي ٣١ زوجا من الأعصاب الشوكية.

وظائف الحبل الشوكي

- ١- ينقل الحبل الشوكي الرسائل الحسية من أجزاء الجسم إلى المخ.
- ٢- ينقل أيضا الرسائل الحركية التنفيذية من المخ إلى عضلات الجسم والغدد.
- ٣- يتحكم الحبل الشوكي في رد الفعل المنعكس والرد الفوري علي الرسائل الحسية القادمة من الجلد دون الرجوع إلي قشرة المخ أو إرسالها إلى المخ في حالات أخرى.
- ٤- يوجد فيه مراكز التحكم في عمليتي التبول والتبرز في المنطقة القطنية والعجزية . ويرسل سيالات عصبية لقشرة المخ للسيطرة والتحكم في عمليتي التبول والتبرز عن طريق التعود والتعلم. وأي خلل وظيفي يؤدي إلى فقد السيطرة علي هاتين العمليتين.

المستقبلات الحسية Sensory Receptors

وهي عبارة عن أعضاء حس مثل العين ، الأذن ، الأنف واللسان أو نهايات عصبية توجد في الجلد أو تحت الجلد وهي المستقبلات الحسية.

ويوضح الجدول رقم (٤) أن المستقبلات الحسية تنقسم إلى نوعين أساسيين حسب مكان وجودها، هما المستقبلات الخارجية، والمستقبلات الداخلية.

الجدول رقم (٤). أنواع المستقبلات الحسية.

(٢) المستقبلات الداخلية Intero-receptors	(١) المستقبلات الخارجية Extero-receptor
أ) مستقبلات الحس العميق Proprio-receptors توجد في الأوتار والمفاصل "مغازل عضلية في العضلات الهيكلية وعضو جولي في الأوتار؛ مستقبلات ميكانيكية في المفاصل.	أ) مستقبلات الجلد cutaneous Receptor؛ مستقبلات الحرارة "كريات رافسيني"؛ مستقبلات البرودة "أجسام كراوسي"؛ مستقبلات اللمس "كريات مسنرز"؛ أقراص مركلز - مستقبلات الألم؛ مستقبلات الضغط وهي توجد في الأنسجة الضامة تحت الجلد، وأعضاء الجنس الخارجية.
ب) مستقبلات حشوية Visceral Receptor توجد على الأعضاء الداخلية "الأحشاء" مثل الأمعاء والمعدة - الرحم والقلب والأوعية الدموية والرئتين وغيرها. وتشمل مستقبلات كيميائية Chemo- (a) receptors وتنقل التغيرات داخل الدم مثل مستوى الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون، الأس الهيدروجيني. (b) مستقبلات الضغط Baro-receptors وهي مسؤولة عن تنظيم ضغط الدم والشد في الأعضاء.	ب) أعضاء حس خاصة، مثل العين، والأذن والأنف، واللسان.
ج) مستقبلات الوطاء Hypothalamic Receptors مثل: ١- مستقبلات اللزوجة وحجم الدم. ٢- مستقبلات الحرارة وتنظيم حرارة الجسم عن طريق الدم. ٣- مستقبلات الضغط التناضحي Osmo-receptors ٤- مستقبلات السكر gluco-receptor تشعر بمستوى الجلوكوز في الدم.	

المستقبلات الحسية في الجلد Cutaneous Receptors

- ١- النهايات الحرة للعصب "مسؤولة عن الإحساس بالألم.
- ٢- كرة ميسنر "حاسة اللمس"
- ٣- كرة رافيني "الإحساس بالحرارة "الحار".
- ٤- كرة باسيني "الإحساس بالضغط .
- ٥- بصلة كروس الانتهازية . الإحساس بالبرودة مستقبلات عميقة Deep sensation
- ٦- الحزمة العضلية العصبية "الإحساس العميق".
- ٧- العضو العصبي الوتري .

خواص المستقبلات. Properties of receptors.

١- النوعية

أي أنه لكل إحساس نوع محدد من المستقبلات، كل مستقبل له نوع محدد من المنبهات stimulus التي تستجيب لها. مثال: العين تتأثر بالضوء وكمية الضوء الساقط على الشبكية للعين؛ ومستقبلات الشم تتأثر بالتغير في مقدار المواد العالقة في الهواء المحيط؛ ومستقبلات الحرارة لا تستجيب للبرودة.

ملحوظة: عند إصابة العين بضربة قوية تؤدي إلى حدوث دفقة من النور لأنها مهياة فقط لاستقبال الضوء فقط. وحدث التهابات في الأذن تؤدي إلى سمع صوت ضجيج غير مفهوم.

٢- التأقلم Adaptation

أ) مستقبلات سريعة التأقلم وهي مستقبلات تتوقف عن إرسال السيالات العصبية بعد فترة من تنبيهها.

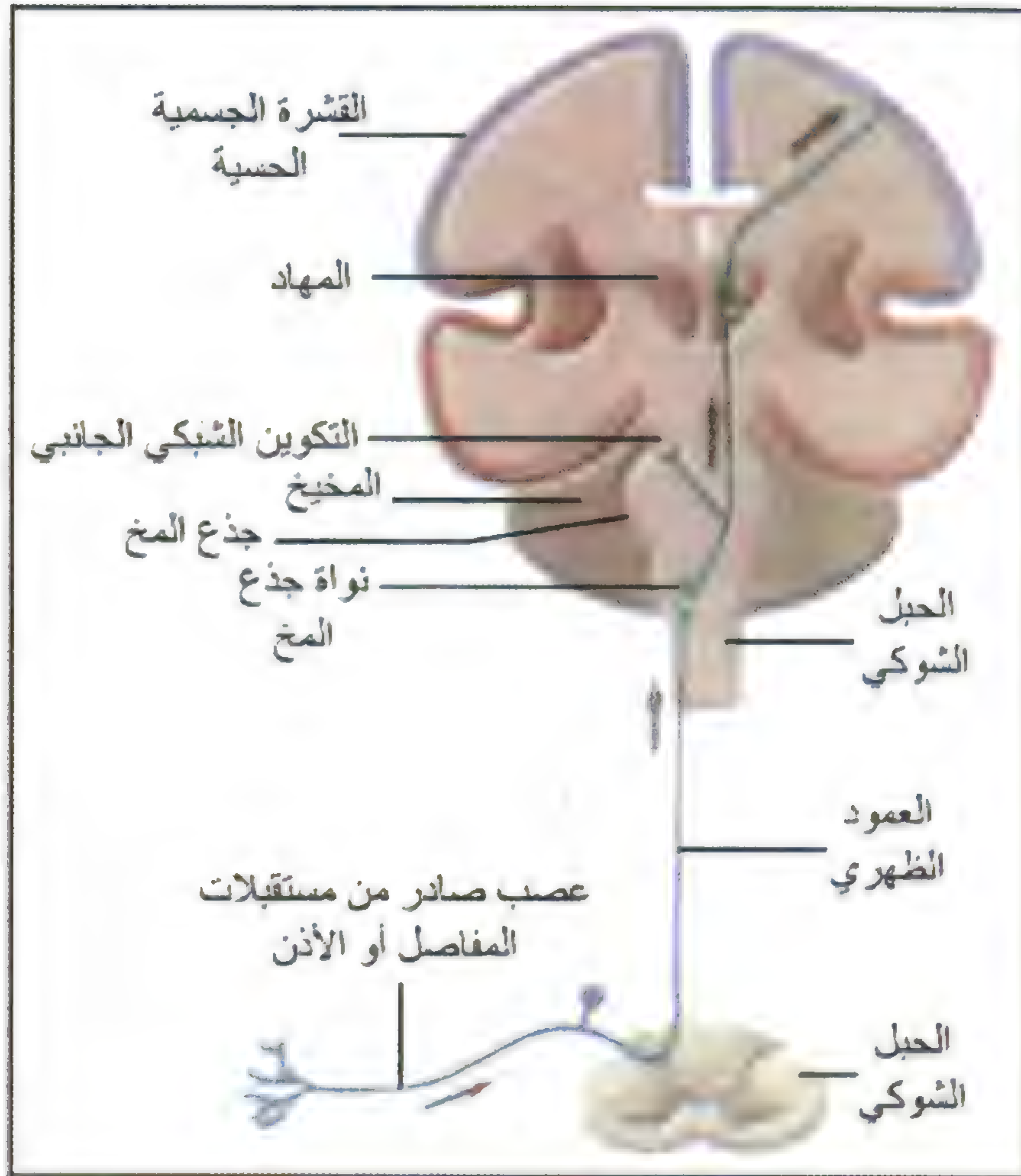
ب) مستقبلات بطيئة التأقلم وهي مستقبلات لا تتوقف عن إرسال السيالات العصبية بعد فترة من تنبيهها. لأنها تؤدي وظائف هامة مثل مستقبلات الألم والسمع والمستقبلات في العضلات، المفاصل حتى يستمر الحفاظ على توازن الجسم واستمرار الإحساس بالألم للحفاظ على الجسم. ولكن المستقبلات سريعة التأقلم تصبح غير حساسة للمنبهات الواقعة عليها إذا استمر التنبيه لها بصفة مستمرة. مثل مستقبلات اللمس، والضغط، مستقبلات الشم.

٣- الاستثارية Excitability

وهي القدرة على الاستجابة للمنبه الخارجي المناسب Threshold stimulus ضمن العتبة، بالتالي ترسل سيالات عصبية إلى المخ عبر العصب الحسي، ولها خاصية التجميع Summation، زيادة الشدة المنبهة يزداد معدل مرور السيال.

الإحساس في العضلات Deep sensation

توجد المستقبلات الذاتية في العضلات والمفاصل والأوتار وهي مسؤولة عن إرسال سيالات عصبية إلى المخ ليتعرف على مقدار التوتر، الشد الواقع على كل العضلات والمفاصل والأوتار في الجسم وتمر هذه السيالات من المغازل العضلية (M.spindle) - وعضو جولجي Golgi في الأوتار والمستقبلات الميكانيكية في المفاصل إلى الحبل الشوكي ومنه إلى الدماغ وذلك لتنظيم مقدار الشد والتوتر والضغط الواقع على هذه الأعضاء وحفظ وضع الجسم على الأرض ومقدار النشاط اللازم في العضلات حتى يتم حفظ التوازن وتنظيم الحركة من خلال رد فعل منعكس يتم في الحبل الشوكي. وفي الشكل رقم (١٢) توضيح للمسار المسؤول عن وضع الجسم في القشرة المخية الحسية.

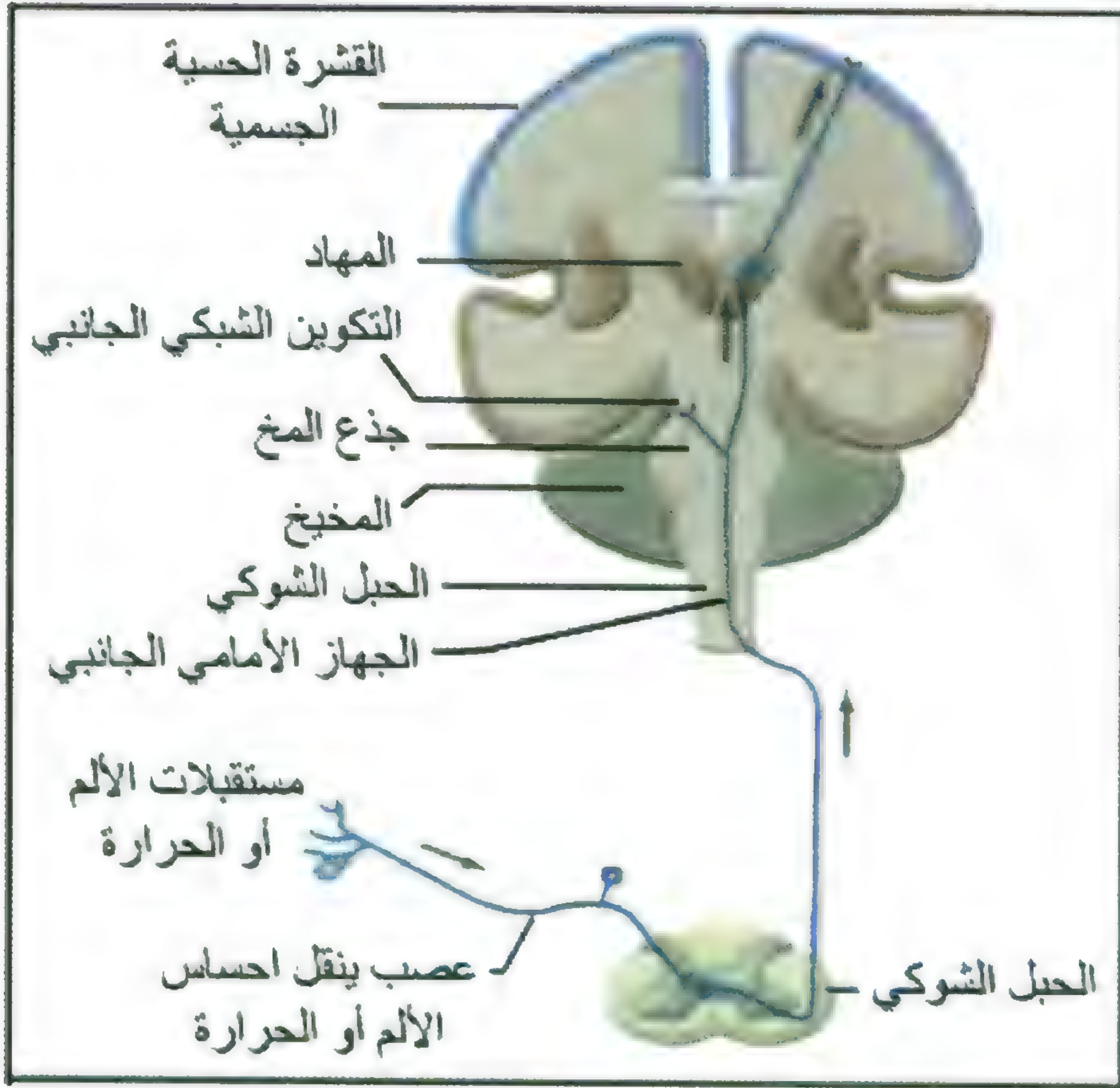


الشكل رقم (١٢). المسار المسؤول عن وضع الجسم في القشرة المخية الحسية.

الإحساس في الجلد

يوجد في الجلد عدد كبير من المستقبلات الحسية مثل مستقبلات الحرارة- البرودة- اللمس والضغط وتمرر هذه المستقبلات سيالات عصبية إلى الحبل الشوكي ومنه إلى قشرة المخ. عبر المسارات الصاعدة من الحبل الشوكي إلى قشرة المخ.

يزداد تركيز هذه المستقبلات في اليد، الشفتين. كما توجد في الإنسان على الأعضاء التناسلية الخارجية مثل حشفة القضيب في الذكر، الشفران الكبيران والصغيران والبظر - حلمة الثدي في الإناث عدد كبير من مستقبلات اللمس. ويوضح الشكل رقم (١٣) مسارات الألم والحرارة.



الشكل رقم (١٣). يوضح مسارات الألم والحرارة.

الإحساس بالألم Pain sensation

الألم من أهم الإحساسات التي تنبه الجسم إلى العضو المصاب للحفاظ على وظائف هذا العضو وتجنب استعماله.

أنواع الإحساس بالألم:

- ١- الألم الحاد **Acute pain** "الحاد" مثل الوخز، القطع، الصعق الكهربائي.
- ٢- الألم المزمن **chronic pain** مثل ألم الحروق، الصداع، ألم الأحشاء الداخلية. وهذا النوع تصاب به الأجهزة الموجودة أسفل الجلد. ومستقبلات الألم هي نهايات الأعصاب العارية "المنتهية" **free nerve endings** وهي منتشرة على كل أجزاء الجسم، وهي من النوع بطيء التأقلم **slow Adaptation**
- ٣- الألم الحشوي **visceral pain**: هو ألم الإحساس في الأحشاء مثل المعدة، الأمعاء، المثانة، الرحم، الأوعية الدموية وهي أعضاء مجوفة يحدث الألم عند امتلاء أو انتفاخ هذه الأعضاء أو انقباض عضلتها.
- تقلص الأمعاء، المرارة، الحالب يسبب الإحساس بالمغص **Colic** وأيضا نقص الأوكسجين في الأنسجة مثل القلب يسبب آلام حادة في حالة الأزمات القلبية. ولكن توجد بعض الأنسجة مثل الرئتين، الغشاء البلوري والشعب الهوائية وغلاف الكبد لا تشعر بالألم.

مسببات الألم

يحدث الإحساس بالألم نتيجة:

- ١- خروج بعض المواد الهرمونية مثل، البرادي كينين **Bradyknin** والمستامين **Histamin**، والسيروتونين **serotonin** وبعض المواد الناتجة عن نشاط الأنسجة مثل حمض اللبن، البوتاسيوم، الإنزيمات الهاضمة.
- ٢- نقص التغذية الدموية للأنسجة **Ischemic** ويسبب **Ischemic pain**
- ٣- تقلص العضلات الذي يضغط على نهايات الأعصاب بها.

٤- خروج مادة p (substance p) وهي وسيط كيميائي يفرز عند التماسك العصبي بين العصب الحسي والقرن الظهري للحبل الشوكي.

رد الفعل الانعكاسي للألم reaction to pain

١- يحدث تغيرات انعكاسية وتشمل:

- أ) زيادة معدل ضربات القلب وارتفاع ضغط الدم عند الألم البسيط.
- ب) نقص معدل ضربات القلب وانخفاض الضغط وفقدان الوعي نتيجة الألم الشديد الذي ينبه الجهاز نظير الودي .

٢- رد فعل انسحابي withdrawal Reflex ويحاول الإنسان أن يبعد الجزء المصاب عن مصدر الألم.

مزيلاات الألم (المسكنات)

تستعمل مواد لإزالة الألم مثل " المهدئات، المنومات، المخدرات". وهي مواد مشتقة من الأفيون " الكوداين، الهيروين والذي يستخرج من نبات القنب الهندي. ويفرز الجسم الأفيونات الداخلية مثل الأندورفين B-endorphin والإنكافالين، الداينورفين وهي تعمل على الاتحاد مع مستقبلات موجودة في مناطق الإحساس بالألم في جذع الدماغ والجسم الطرفي والحبل الشوكي.

يعمل الإنكفالين على وقف مرور السيالات العصبية عند مستوى الحبل الشوكي، بينما الأندورفين والداينورفين يعملان عند مستوى الخلايا العصبية في الدماغ ويعمل الأسبرين على إزالة الألم عند نهاية الأعصاب فيعمل على رفع عتبة الألم.

الألم التحويلي Referred pain

مثل ألم القلب والذبحة الصدرية. حيث يشعر الإنسان بألم القلب في أماكن أخرى مثل الذراع- الكتف وسبب ذلك أن الأعصاب الحسية التي تخرج من القلب تدخل إلى القرن الظهري في الحبل الشوكي في نفس الأماكن التي تدخل منها الأعصاب الحسية التي تأتي من الذراع والكتف ولذلك يتم ترجمة السيالات العصبية القادمة من القلب على أنها قادمة من الذراع و الكتف ويحدث ذلك في الجانب الأيمن من الجسم حيث آلام المرارة يشعر بها الإنسان في الكتف الأيمن. وآلام المثانة والحالب يشعر بها الإنسان بين الأرجل.

الجهاز العصبي الذاتي (اللاإرادي)

Autonomic Nervous system

ينقسم الجهاز العصبي اللاإرادي إلى جزئين:

١- الجهاز العصبي الودي Sympathetic nervous system.

٢- الجهاز العصبي نظير الودي Parasympathetic nervous system

الجهاز العصبي الودي (Sympathetic N.s)

المنشأ: يخرج من خلال الفقرات الصدرية والقطنية. Thoraco- lumbar out low

١- العصب قبل العقدة يخرج من العمود الرمادي الجانبي من الفقرات الصدرية

والقطنية ٢-٣ فقرة من الحبل الشوكي.

٢- العصب قبل العقدة preganglionic N.F يمر في السلسلة العصبية الودية والتي

تمتد بجوار الحبل الشوكي من الفقرات العنقية وحتى العجزية.

٣- يوجد مجموعه من العقد العصبية وهي العنقية الأمامية و الوسطى والخلفية

وتمتد منها العصب بعد العقدة postganglionic N. ليغذي الأعضاء اللاإرادية في الرأس

والعنق .

٤- يوجد أيضا مجموعة أخرى من العقد العصبية collateral G. العقدة الوسطية تقع بين السلسلة الودية والأحشاء وهي العقد البطنية العقد الحشوية الأمامية العقد الخلفية ويخرج منها العصب البعد العقدة ليغذي الأحشاء بالبطن ، ويوجد أيضا عقدة عصبية قريبة من المستقيم المثانة والأعضاء الجنسية . وتسمى العقد " النهائية "

ملحوظة: العقد الفقارية أو الجانبية symp athetic chain تقع على جانبي العمود الفقري وتتصل ببعضها عن طريق محور ليفي مكون من حبل عنقودي وتسمى السلسلة الودية وتتكون من حوالي ٢٣ - ٢٥ عقده عصبية (٣ عنقيه - ١٢ صدرية - ٤ قطنية - ٤ عجزية - واحدة ذيله في الإنسان) وتتميز بأن الألياف قبل العقد قصيرة جداً ولكن الألياف بعد العقدة طويلة وتأثير هذه العقد (ودي).

وظائف العقد اللاإرادية

١- مراكز توزيع السيالات العصبية لزيادة تأثير هذه الأعصاب يحدث عند العقد تشابك ينتج عنه تعدد بحيث يخرج على الأقل ١-٢ عصب بعد عقدة في التغذية نظير ودية أو أكثر وتصل إلى ١: ٣٢ كما في حالات التغذية الودية من العقدة العنقية العلوية S.C.G.

٢- مرور السيالات العصبية في اتجاه واحد .

٣- إفراز الناقلات العصبية neurotransmitters مثل الأسيتيل كولين والنور أدرينالين.

وظائف الجهاز الذاتي (اللاإرادي)

يتحكم الجهاز اللاإرادي في الوظائف الجسمية التي لا يمكن التحكم فيها. أي أنه يعمل تحت مستوى الوعي وهو المسؤول عن حركة العضلات اللاإرادية في الأعضاء المساريقية " مثل الأوعية الدموية " الأمعاء والمعدة ، والمثانة والرحم ، حيث يقوم الجهاز

الودي بالدور المهيج " المثير " والجهاز نظير الودي بالوظيفة المثبطة ولذلك لأداء وظيفة محددة .

وظائف الجهاز الودي Functions of sympathetic n.s

التأثير على أعضاء الرأس والعنق

١- العين eye

- أ) يحرك عضلات الجفون ويرفع الجفون eye lid.
- ب) يوسع حدقة العين . eye pupil mydriasis.
- ج) جحوظ العين . Exophthalmos.
- د) يساعد على الرؤية البعيدة.
- هـ) يسبب ضيقاً في الأوعية الدموية التي تغذي الغدد الدمعية.

٢- الغدد اللعابية salivary gland.

- أ) ينشط إفراز اللعاب " قليل الحجم - مركز ويحوي نسبة عالية من المواد العضوية.
- ب) يساعد على انقباض الخلايا العضلية المحيطة بالغدة للمساعدة على إفراز اللعاب.

٣- الجلد skin

- أ) زيادة إفراز التعرق sweat من الغدد التعرقية.
 - ب) انقباض عضلات الشعر piloerection.
- ملحوظة: الغدد التعرقية تغذي بواسطة عصب ودي يفرز أستيل كولين بدلاً من النورأدرينالين.

٤- المخ Brain

يقبض شريان المخ.

التأثير على الأعضاء الصدرية

١- القلب Heart

- أ) يزيد من معدل دقات القلب سرعة النبض.
- ب) يزيد من قوة ضربات القلب ويوسع الأوعية الدموية المغذية للقلب والشرابين التاجية . مما يزيد من كفاءة القلب عامة.

٢- الرئتان Lungs

- أ) يوسع الشعب الهوائية bronchio- dilation
- ب) يقلل قطر الأوعية الدموية المغذية للرئة.
- ج) يزيد حجم الهواء.
- د) يقلل إفراز المخاط في الشعب الهوائية.

التأثير على الأعضاء في البطن

١- الجهاز الهضمي

- أ) يقلل إفرازات العصارة الهاضمة من المعدة والأمعاء والبنكرياس.
- ب) على جدار القناة الهضمية يقلل من التوترات العضلات الإرادية في القناة الهضمية ويقلل من الحركة التمعجية.
- ج) يزيد من معدل التوتر في الصمامات بين أجزاء القناة الهضمية ويسبب غلقاً للصمامات وعدم مرور الطعام ويقلل الهضم.

٢- الكبد

- أ) يزيد معدل تحليل الجليكوجين في الكبد ويزيد من مستوى الجلوكوز في الدم.
- ب) يقلل إفراز العصارة الصفراوية ويثبط عضلات المرارة والقنوات المرارية

٣- الطحال

- أ) يزيد من معدل انقباض محفظة الطحال spleen capsule ويزيد من عدد الكريات الحمراء في الدورة الدموية .
- ب) ضيق في الأوعية الدموية المغذية للطحال .

٤- الشرايين البطنية

يقلل الدم في الشرايين المغذية للمعدة- والأمعاء في الكبد والكلى والبنكرياس ويسبب ضيقاً في هذه الشرايين. في نفس الوقت يزيد من معدل الدم في شرايين العضلات والمخ.

التأثير على لب الغدة الكظرية adrenal medulla

تغذي لب الغدة الكظرية بأعصاب ودية تخرج من الحبل الشوكي وعندما تنبه هذه الأعصاب يؤدي ذلك إلى إفراز هرمونات الأدرينالين والنورأدينالين من لب هذه الغدة وتذهب في الدم لتنشط الدورة الدموية وتحدث نفس تأثير الجهاز الودي ولكن تظل مدة أطول من الهرمونات التي تفرز من الجهاز الودي ويسبب تأثيرات على الاستقلاب مثل:

١- تحلل الدهون.

٢- زيادة نسبة الجلوكوز في الدم زيادة الطاقة.

٣- تنبه القلب بواسطة الأدرينالين لنظر لوجود مستقبلات البيتا في القلب.

يعتبر لب غدة الكظرية أكبر غدة ودية في الجسم. ويتم تنبيه الجهاز الودي في حالات الخوف، الهروب. والغضب ويزداد معدل انقباض القلب والتنفس والتعرق وكما ينبه لب الكظرية وإفراز الأدرينالين ويوجد مراكز الجهاز الودي في الوطاء-النخاع المستطيل والجسر وتستقبل إشارات من المراكز العليا في القشرة المخية

١- المثانة

ارتخاء عضلات المثانة وانقباض الصمام وحبس البول المستقيم والقولون :- ارتخاء عضلات المستقيم والقولون وغلق عضلات فتحة الشرج.

٢- الأعضاء الجنسية sex organs

أ) ينبه الأعضاء الودية المغذية للأعضاء الجنسية يؤدي إلى الإصدار emission،

والقذف في الذكر Ejaculation

ب) ارتخاء العضو الذكري (القضيب).

ج) في الإناث بسبب انقباض عضلات الرحم

التأثير على العضلات الهيكلية "الأوعية الدموية المغذية لها"

١- ظاهرة أور بلي Orbelli phenom

نتيجة تنبه الجهاز الودي للشرايين المغذية للعضلات أو إفراز الأدرينالين ويحدث:

- أ) زيادة درجة انقباض العضلات الهيكلية.
- ب) تأخير التعب العضلي.
- ج) استرجاع حالة العضلات بعد التعب ويحدث ذلك نتيجة
- د) زيادة معدل وصول الدم إلى هذه العضلات " توسيع الشرايين .
- هـ) زيادة استهلاك الأكسجين بالعضلات .
- و) تنشيط إنتاج ATP وفوسفات الكرياتين نتيجة لتحليل الجليكوجين وإنتاج مصادر الطاقة بالعضلات الهيكلية .

٢- ظاهرة هورنر Horner's syndrome

تحدث عند إصابة الأعصاب الودية للرقبة وينتج عنها عدة أعراض في نفس الجانب الذي أصيب، وهي:

- أ) العين غائرة وشلل في الجفن العلوي للعين ptosis وضيق إنسان العين.
- ب) جفاف الجلد وانعدام تغذية الغدد التعرقية بالأعصاب. وتوسيع الأوعية الدموية للرأس واحمرار الوجه.

الجهاز العصبي نظير الودي. Parasympathetic nervous system.

وهو الجزء الثاني من الجهاز العصبي الذاتي (اللاإرادي) وهو المسؤول عن نشاط الغدد والأحشاء الداخلية للجسم وعن العضلات الملساء الموجودة داخل الأعضاء الحشوية "المساريقا" (smooth muscle in viscera)

المنشأ: يخرج في الأعصاب القحفية وأيضاً الفقرات العجزية 1 | cranio-sacra

outflow

أولاً: الجزء الذي يخرج مع الأعصاب القحفية "الجزء الدماغي"

يخرج العصب الصادر من المراكز المخية في المخ الأوسط أو البيني والنخاع المستطيل وتخرج مع الأعصاب القحفية

١- العصب المحرك للعين N. III cr العصب الثالث oculomotor.

٢- العصب الوجهي N. VII cr العصب السابع Facial N.

٣- العصب البلعومي اللساني N. IX cr العصب التاسع Glossopharyngeal N.

٤- العصب المبهم " الحائر " N. X cr العصب العاشر Vagus N.

أما توزيع وتغذية هذه الأعصاب للأعضاء الإرادية في الرأس والصدر والبطن فعلى النحو التالي:

١- العصب المحرك للعين: ينشأ من المخ الأوسط mid - brain ويتصل العصب قبل العقدة العصبية Preganglionic N.f في العقدة الهدبية ويغذي العصب بعد العقدة العصبية العين .

٢- العصب الوجهي: ينشأ من النواة اللعابية العليا superior salivary N. في الجسر pons ويمر العصب قبل العقدة على عقدة عصبية تسمى sphenoplatine G. ويغذي العصب بعد العقدة - الغدد الدمعية وغدد الأنف والفم ويغذي عصب حبل الطبل chorda tympani - العقدة العصبية تحت الفك. ليغذي العصب بعد العقدة الغدد اللعابية تحت اللسان والغدد تحت الفك.

٣- العصب البلعومي اللسان Glossopharyngeal N: ينشأ من النواة اللعابية الخلفية Inferior salivary gland في النخاع المستطيل ويتصل بالعقدة العصبية التي تسمى العقد الأذنية . ويخرج العصب بعد العقدة ليغذي الغدة النكفية " parotid gland " اللعابية " والجزء " الثلث الأخير من اللسان " .

٤- العصب المبهم (الحائر) vagus n. " العاشر: ينشأ العصب قبل العقدة من النواة المحركة الظهرية dorsal root neuclei في النخاع المستطيل. ويغذي الأعضاء مثل القلب، والرئتين، والأحشاء مثل المريء و المعدة والأمعاء الدقيقة والغليظة والكبد والطحال، والبنكرياس " والجزء العلوي من القولون .

ثانيا: الجزء العجزي The sacral division

يخرج العصب الصادر من الحبل الشوكي من الجزء السفلي ventral root لل فقرات العجزية من sacral 2 في الإنسان. ويخرج العصب من الحبل الشوكي مع الضفيرة الحوضية pelvic plexus ليغذي الأعضاء التناسلية والرحم والمثانة والجزء الخلفي من القولون.

وظائف الجهاز نظير الودي Effect of parasympath N.s.

الجزء الدماغي

١- العين: أ) ضيق في حدقة العين eye pupil myosis، ب) المساعدة على الرؤية القريبة.

٢- الغدد الدمعية: أ) اتساع في الشرايين الدموية التي تغذي الغدد الدمعية، ب) إفراز الدموع Tears secretion

٣- الغدد اللعابية: - تحت اللسان- تحت الفك. زيادة إفراز اللعاب الذي يحتوي على كميات كثيرة من الماء ويقلل به المواد العضوية عكس الجهاز الودي في التأثير.

٤- اللسان: اتساع الأوعية الدموية المغذية للسان.

٥- الغدد اللعابية النكفية والثلاث الأخير من اللسان زيادة إفراز اللعاب

saliva وتوسيع الشرايين المغذية للسان.

العصب الحائر "المبهم" تأثير الجهاز نظير الودي على القلب والرئتين

التأثير على القلب Heart

- ١- يغذي عضلات الأذنين وأنسجة التوصيل بالقلب SAN.
- ٢- يقلل نشاط القلب و يقلل الانقباض القلبي. ويقلل التوصيل داخل عضلة القلب ويقلل استهلاك الأوكسجين.
- ٣- ضيق في الشرايين التاجية.

التأثير على الرئتين

- ١- ضيق في الشعب الهوائية Bronchio constriction.
- ٢- توسيع الشرايين الرئوية.
- ٣- زيادة إفراز المخاط. ولذلك يزداد نشاط الجهاز نظير الودي في أثناء الليل ويساعد على استمرار السعال بالليل أكثر من النهار في الإنسان والحيوان المصاب بالسعال.

التأثير على المعدة والأمعاء :- G.I.T.

- ١- زيادة التوتر في عضلات المعدة والأمعاء وزيادة حركة المعدة والأمعاء.
- ٢- ارتخاء في الصمامات بين القناة الهضمية مما يساعد على هضم وانتقال الطعام.
- ٣- زيادة إفرازات الغدد في المعدة والأمعاء والبنكرياس وزيادة حامض المعدة مما يساعد على الهضم والامتصاص.

الكبد Liver

- ١- ينشط إفراز الصفراء.

٢- يفرز محتويات المرارة من العصارة الصفراوية وارتخاء في الصمامات المرارية.

البنكرياس

١- ينشط إفراز العصارة البنكرياسية Pancretic Juice.

٢- ينشط خلايا بيتا B-cells لإفراز الأنسولين منها Insulin Secretion.

أحشاء الحوض

١- المثانة: زيادة الانقباض والتوتر في جدار المثانة أو العضلات الملساء بالمثانة ويحدث ارتخاء في الصمام ويساعد على التبول.

٢- القولون والمستقيم: زيادة الانقباض والتوتر في عضلات القولون والمستقيم وحدث ارتخاء في عضله الشرج الداخلية وحدث التبرز (defecation).

٣- الأعضاء التناسلية (الأعضاء الذكرية والأنثوية): أ) يحدث انتصاب للقضيب erection. ب) يحدث انتصاب للبظر في الأنثى. ج) توسيع الشرايين في الرحم والمهبل وزيادة ورود الدم فيها واحتقانها. د) إفراز وتوسع شرايين غده البروستات في الذكور.

ملحوظة: يعمل الجهاز العصبي نظير الودي على تنشيط انتصاب القضيب. بينما يعمل الجهاز العصبي الودي على القذف ejaculation في الذكر حيث يتم بمساعدة الجهاز العصبي اللاإرادي السيطرة الكاملة على الجماع في الإنسان.

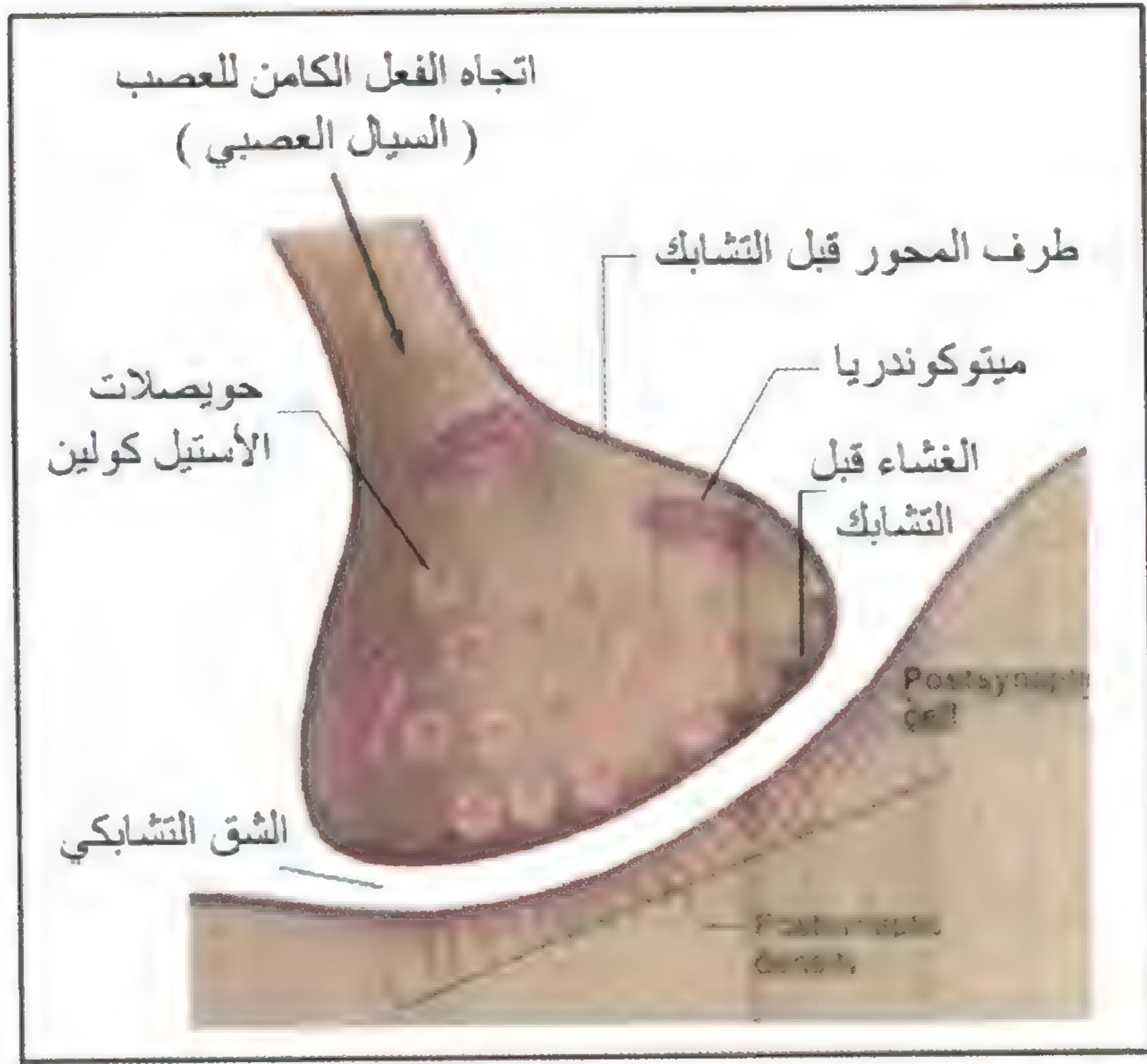
النواقل الكيميائية chemical trans mitters

يوجد نوعان من النواقل الكيميائية تفرز عند كل من الجهاز العصبي الودي والجهاز العصبي نظير الودي. وهما: ١- الأسيتيل كولين. ٢- النورادرينالين.

الأسيتيل كولين Acetylcholine

أماكن إفراز الأسيتيل كولين:

- أ) كل العقد العصبية اللاإرادية سواء كانت ودية أو نظير ودية.
- ب) نهاية العصب البعد العقدة في العصب النظير الودي .
- ج) في لب الغدة الكظرية في العصب قبل العقدة ولكن يفرز في العصب بعد العقدة النورادريلين .
- د) العصب الودي المغذي للغدد التعرقية والشرابين المغذية للعضلات الهيكلية .
- هـ) عند اتصال الأعصاب بالعضلات neuro muscular junction (الشكل رقم ١٥).



الشكل رقم (١٥). يوضح الصفيحة الانتهازية العصبية العضلية.

تكوين الأسيتيل كولين Formation of acetyl choline

يتكون الأسيتيل كولين من اتحاد الأسيتيل كو أ مع الكولين داخل الحويصلات الإفرازية في نهاية الأعصاب نظير الودية في وجود أنزيم الكولين إستريز.

تكسير الأسيتيل كولين

يتم بواسطة أنزيم يسمى أسيتيل كولين إستريز Acetyl choline estrase ويتحول إلى حمض الخليك + كولين

الإفراز

يفرز الأسيتيل كولين عند النهاية العصبية المحيطة للأعصاب والأماكن السابقة حيث يزداد نفاذية الغشاء المبطن للأعصاب الكالسيوم والذي يدخل إلى داخل العصب يعمل على زيادة حركة الحويصلات التي تحتوي على الأسيتيل كولين ويفرز الأسيتيل كولين في العصب قبل العقدة العصبية وينقل إلى مستقبلات الأسيتيل كولين في العصب بعد العقدة العصبية ويحدث اتصال عصب عضلي للعضلات الهيكلية.

آلية عمل الأسيتيل كولين Mechanism of action

١- بعد إفراز الأسيتيل كولين يتحد مع مستقبلات الكولينية " Colinergeric receptor الموجودة على الغشاء بعد التشابك وتؤدي إلى زيادة نفاذية غشاء الخلية عنصري الصوديوم والكالسيوم

٢- ويحدث إزالة القطبية " depolarization أي أن الأسيتيل كولين يمكن أن يعمل تنشيطاً أو تثبيطاً للغشاء بعد التشابك postsynaptic membrane.

وفي الجدول رقم (٥) توضيح لمستقبلات الأسيتيل كولين "الكولينية" cholinergic receptors :

مستقبلات ليكوتين Nicotinic Receptors	مستقبلات مسكارينية muscarinic Receptors
تعطى نفس تأثير الأسيتيل كولين عند استعمال جرعة صغيرة من النيكوتين وتوجد في الأماكن التالية:	المسكارين. مادة تستخرج من فطر عيش الغراب السام . Poisonous mushroom، وتعطى نفس تأثير الأسيتيل كولين في الأماكن الآتية:
١- العقد العصبية الإرادية سواء في الجهاز العصبي الودي أو نظير الودي يفرر أسيتيل كولين.	١- عند النهاية العصبية للعصب نظير الودي بعد العقد " الأعضاء المتأثرة ".
٢- لب الغدة الكظرية .	٢- لعصب الودي بعد العقدة العصبية المغذي للغدد التعرقية - وشرابين العضلات الهيكلية.
٣- الاتصال العضلي العصبي Neuromuscular junction.	تأثيرها
١- سريع و يحدث في وقت قصير ويحبط تأثيره عند العقد العصبية الإدارية بواسطة جرعة كبيرة من النيكوتين.	١- بطيء ويمتد فترة طويلة .
٢- يحبط عملها عند الاتصال العصبي العضلي بواسطة أدوية كورار - سكينل كولين	٢- يحبط تأثيره بواسطة استخدام الأترويين Atropine والأدوية الأخرى التي تمنع تأثير الجهاز نظير الودي

الناقل الكيميائي الأدرينالين " النور أدرينالين "

Adrenergic Transmission

أماكن الإفراز

يفرز النور أدرينالين كناقل كيميائي في كل من الأماكن الآتية:

- ١- في نهاية العصب الودي بعد العقدة العصبية.
- ٢- في لب الغدة الكظرية " يفرز النور أدرينالين nore adrenline ويفرز أيضا الأدرينالين نسبة ٢٠-٨٠ %.

تكوين النور أدرينالين والأدرينالين synthesis of noradrenaline

يتكون في الهيولي نهايات الأعصاب الودية ويتكون من الحامض الأميني التيروسين (tyrosine).

١- التيروسين التيروسين ← ٣, ٤ ثنائي الهيدرو فينيل ألانين
tyrosine هيدوكس ليز + ماء ← "دوبا" (Dopa)

٢- يتحول الدوبا إلى دوبامين بواسطة نزع مجموعة الكابوكسيل من الدوبا ويتكون الدوبامين.

٣- ينقل الدوبامين إلى داخل الحويصلات في السيتوبلازم.

٤- يتحول الدوبامين إلى النورادر بتالين.

٥- ثم يتحول النورادر بتالين إلى أدرينالين بواسطة إضافة مجموعة الميثيل CH_3 ويحدث ذلك فقط داخل لب الغدة الكظرية ويتكون الأدرينالين بنسبة ٨٠٪ والنورادر بتالين بنسبة ٢٠٪. ويعتبر الدوبامين ، النورأدر بتالين ، الأدرينالين من مجموعة الكاتيكولا أمين (catecholamines).

كيفية تكوين هرمونات لب الغدة الكظرية " الكاتيكولامين " (catecholamines)

تتكون من الحامض الأميني التيروسين في لب الغدة الكظرية " وفيها يتحول الحامض الأميني إلى الدوبا ثم الدوبا أمين ثم النورادرينالين ويتحول ويفرز في صورة النور أدرينالين بنسبة ٢٠٪ إلى ٨٠٪ أدرينالين ويفرز في الدم ويذهب إلى جميع أجزاء الجسم ليحدث التأثير الودي على الأجهزة الإدارية بالجسم.

الإفراز Release وآلية العمل Mechanism of action

يفرز النورادرينالين عند النهاية العصبية الأعصاب الودية نتيجة وصول سيالات عصبية تؤدي إلى زيادة نفاذية الأغشية لكالسيوم والذي يدخل بدوره داخل الخلايا

العصبية ويساعد على إفراز النورادرينالين من الحويصلات التي تحتوي عليه وتخرج النوارأ درينالين ويتحد مع المستقبلات الخاصة به على الأغشية في الأعضاء التي تغذي بواسطة الأعصاب الودية ويحدث زيادة في نفاذية هذه الأغشية للصوديوم والكالسيوم ويحدث إزالة للقضية في هذه الأغشية وحدوث تأثير منشط للأعضاء التي تحتوي على هذه المستقبلات أو يزيد النفاذية للبتوتاسيوم والكلور ويحدث فرط الاستقطاب ويحدث تثبطاً للأعضاء .

مستقبلات الأدرينالين والنورادرينالين

توجد في الأعضاء التي تغذى بواسطة الجهاز الودي، والجدول رقم (٦) يوضح أقسام هذه المستقبلات:

الجدول رقم (٦). تنقسم إلى مجموعات مستقبلات receptor ألفا ومستقبلات B-receptor البتيا.

(١) مستقبلات ألفا 1	(٢) مستقبلات ألفا 2	(١) مستقبلات بيتا 1	(٢) مستقبلات بيتا 2 B2
Alpha, receptor	2 Alpha 2 receptor	Beta 1 receptor	receptor
(مثيرة)	(مثبطة)	(مثيرة)	(مثبطة)
توجد في الغشاء بعد التشابك للأعضاء المتأثرة ويحدث تقيج بها يوسع حدق العين انقباض الرحم انقباض محفظة الطحال انقباض الحوصلة المنوية انقباض صمام المثانة والقناة الهضمية	توجد في الغشاء قبل التشابك ويعمل على تنظيم إفراز النور أدرينالين بواسطة feed-back mech. ويوجد في البنكرياس وتؤدي إلى إحباط إفراز الأنسولين	توجد في القلب وتؤدي إلى زيادة ضربات القلب وانقباض القلب وزيادة خصائص العضلة القلبية كلها وزيادة ضغط الدم والناتج القلي	توجد العضلات الملساء الموجودة في الأمعاء والمثانة - والرحم والقضبة الهوائية. وتحدث بتأثير مثبت لها أي ارتخاء في العضلات الملساء. وحدوث ارتخاء في عضلات الرحم، والمثانة، والأمعاء واتساع في القضبة الهوائية

الفصل الثالث

فسيولوجيا الأعصاب والعضلات

Nerves- Muscles

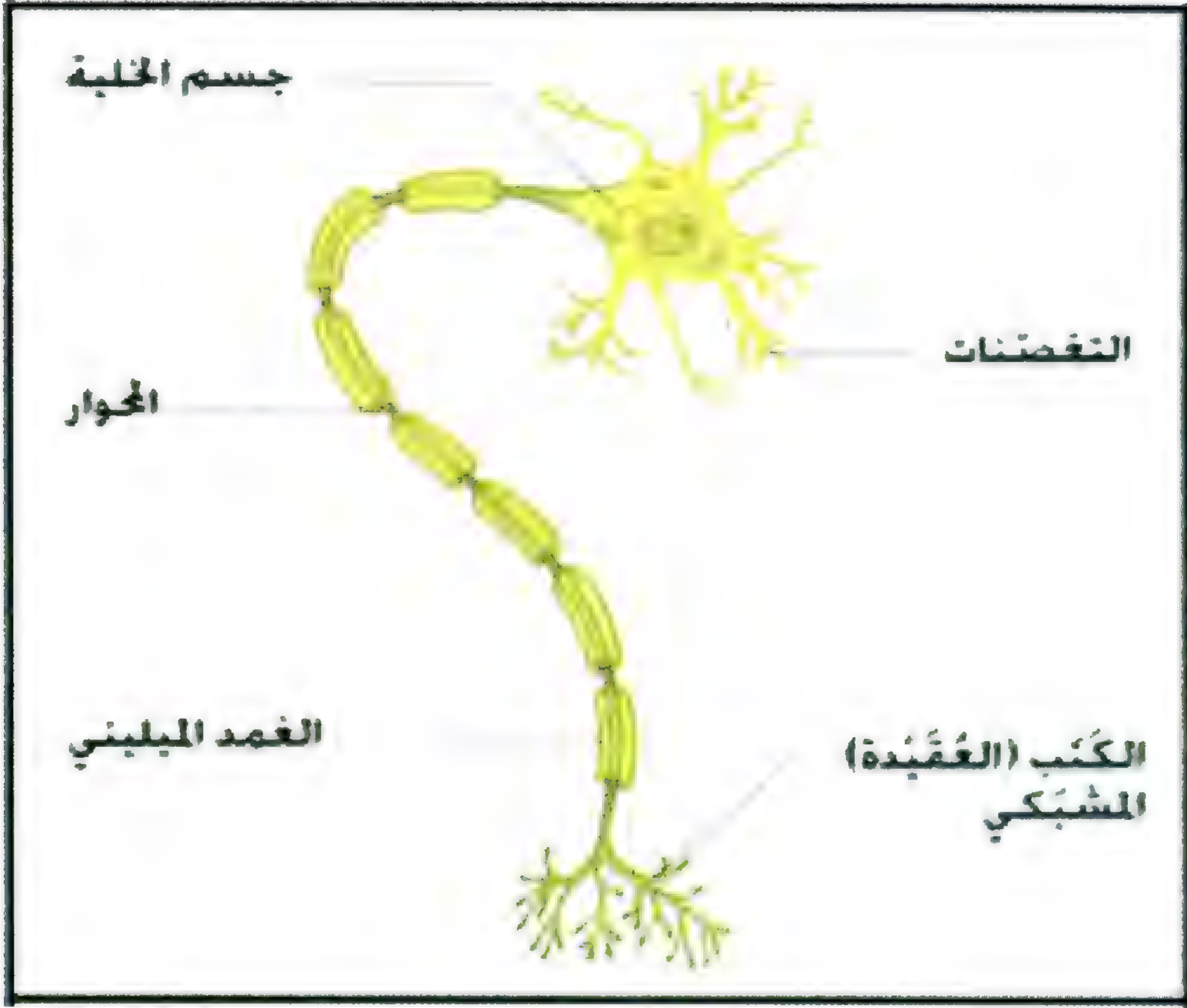
فسيولوجيا الأعصاب Neuro- physiology

الخلية العصبية والعصب Nerve & Nerve cell

الخلية العصبية (الشكل رقم ١٦): هي وحدة بناء الجهاز العصبي وتتكون من جسم الخلية ويخرج منه تفرعات تسمى التغصنات dendrites والمحور axon وينتهي المحور بالنهاية المشبكية. ويحتوي الجسم على الشبكة الهيولية وأجسام تسمى أجسام نسل Nissel وتصنع فيها البروتينات التي تنتجها الخلايا العصبية كما تحتوي على نواة الخلية.

يمثل المحور ومحاور الخلايا العصبية ما يطلق عليه بالألياف العصبية Nerve Fiber. وهو عبارة عن امتداد من هيولى الخلية ويحتوي على المتقدرات والنيبيات الرفيعة وألياف دقيقة ويتراوح طول المحور بين عدة ميكرومترات إلى أكثر من متر في بعض الخلايا العصبية ويتراوح قطره بين 0.1 - 20 ميكرون.

وينتهي المحور بتفرعات تلتصق مع الخلايا العصبية الأخرى من خلال النهايات التشابكية وعندها تفرز المواد الكيميائية الوسيطة " يطلق عليها الوسائط العصبية أو الكيميائية " Neurotransmitter وهي المسؤولة عن نقل السيالات العصبية. ويعتبر المحور هو المسؤولة عن نقل الرسائل العصبية بين أعضاء الجسم والجهاز العصبي المركزي.



الشكل رقم (١٦). الخلية العصبية.

يوجد منتشرا بين الخلايا العصبية نوع آخر من الخلايا تسمى الخلايا الخادمة للخلايا العصبية glial cells أو "الخلايا الدبقية"

أنواع الخلايا الدبقية الموجودة في الجهاز العصبي: الخلايا الدبقية الدقيقة Microglial cells، والخلايا النجمية Astrocytes، والخلايا الدبقية القليلة التغصن Oligodendrocytes، بالإضافة إلى خلايا شوان Schwan Cells وهي التي تحيط بالمحور العصبي للخلية وتعمل هذه الخلايا على تغطية الأعصاب المحيطة وتلتف مكونة الغلاف النخاعين Mylein Sheath ويوجد بداخله مناطق التقاء تسمى عقد رانفير Node of Ranviers .

وظائف الخلايا الدبقية

- ١- تحافظ على ثبات تركيب الجهاز العصبي وتعتبر دعائم للخلايا العصبية.
- ٢- تقوم الخلايا الدبقية الدقيقة بالتهام النفايات الضارة وبالتالي تحافظ على سلامة الجهاز العصبي.
- ٣- الخلايا النجمية ترتبط ببعضها ببعض بواسطة الروابط الفسيحة والتي لها نفاذية عالية لعنصر البوتاسيوم ولذلك تحافظ على مستوى عنصر البوتاسيوم في السائل الخلالي.
- ٤- تعمل خلايا شوان كعازل للمحاور العصبية خارج الجهاز العصبي. وتساعد على سرعة انتقال السيالات العصبية في الأعصاب الغمدية.

كمون الراحة في الأعصاب

تتميز الخلايا العصبية وغيرها من الخلايا العضلية بوجود كمون عبر أغشية هذه الخلايا حيث يكون سطحها داخل الخلية سالب الشحنة مقارنة بالسطح خارج الخلية ويتراوح الفرق بين صفر إلى ٩٠ ميلي فولت ٩٠ mv. يمكن قياس هذا الفرق بواسطة توصيل مساري كهربائية دقيقة Microelectrodes بحلقات متر.

فعند وضع القطبين على السطح الخارجي لغشاء الخلية cell membrane لا يحدث تسجيل لفرق جهد لأن كلا القطبين يحملان شحنتين متماثلتين كهربياً Iso-electric ونفس الوضع إذا وضع القطبين على السطح الداخلي لغشاء الخلية.

ولكن يقوم الجهاز بتسجيل فرق جهد إذا تم وضع أحد القطبين خارج غشاء الخلية والآخر داخل السطح الداخلي للخلية. ويحدث تسجيل لفرق الجهد وانحراف لمؤشر الجلفانومتر.

أسباب كمون الراحة

- ١- توزيع الكهارل "الشوارد" حول غشاء الخلية. يوجد خارج الخلية تركيز عال من الصوديوم Na^+ والكلور Cl^- ولكن تركيز البوتاسيوم K^+ أعلى داخل الخلية.
- ٢- النفاذية الاختبارية لغشاء الخلية Selective Permeability غشاء الخلية عالي النفاذية لكل من شوارد البوتاسيوم K^+ ، الكالسيوم Ca^{++} والكلور Cl^- والبيكربونات HCO_3^- ولكن أقل نفاذية للصوديوم Na^+ فشوارد البوتاسيوم يمر من خلال الغشاء الخلوي حسب تركيزه.
- ٣- البروتينات داخل الخلية ذات قطر كبير ولا تنفذ من غشاء الخلية وهي سالبة الشحنة.
- ٤- مضخة الصوديوم والبوتاسيوم (Sodium - potassium pump) تعمل باستمرار على طرد الصوديوم خارج الخلية بدرجة أكبر من درجة جذب البوتاسيوم . بواسطة استخدام الطاقة.

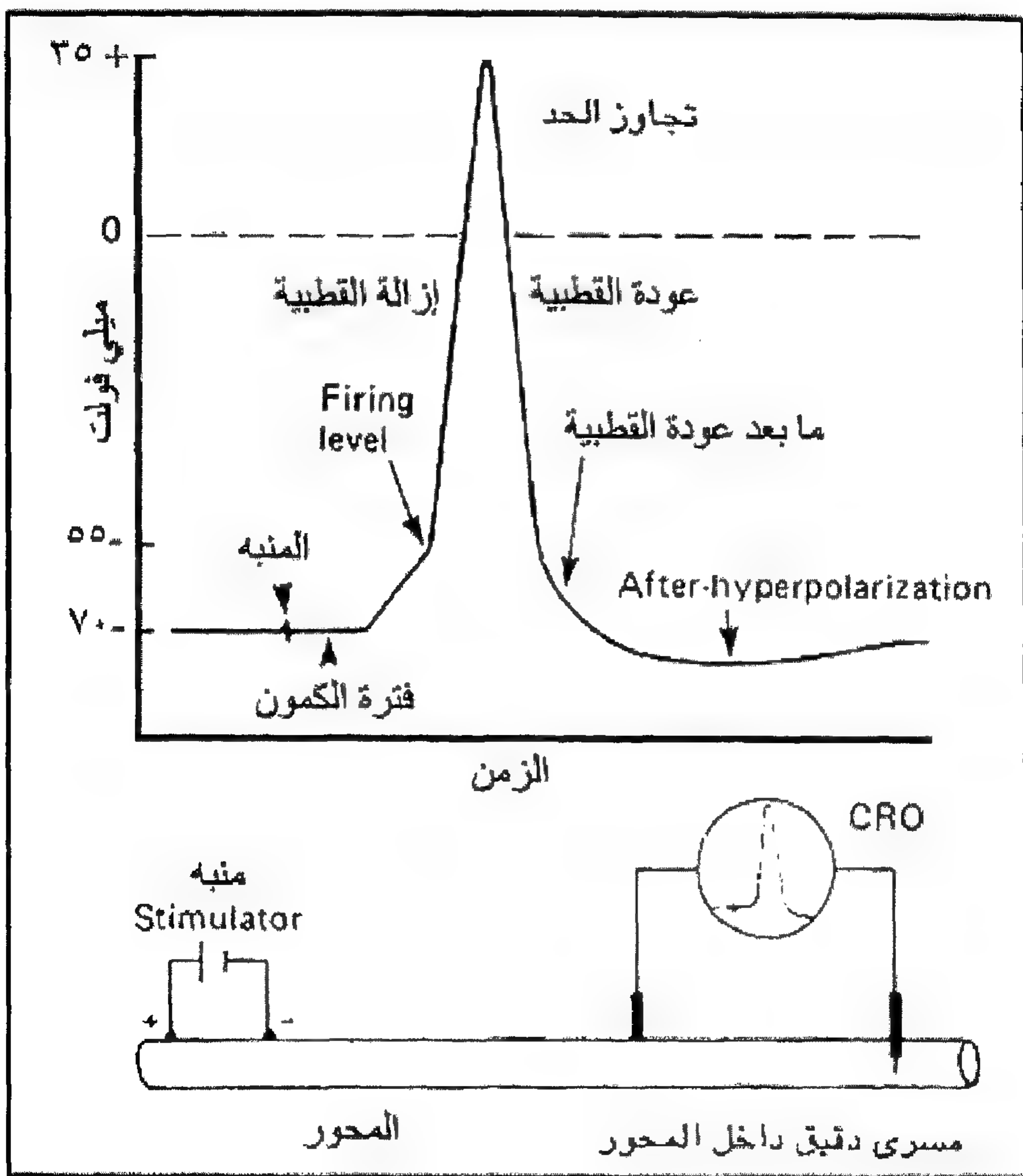
الفعل الكامن (كمون العمل) Action potential

- هو عبارة عن التغيرات الكهربائية المؤقتة التي تحدث في غشاء الخلية العصبية نتيجة تنبيه stimulation الخلية بواسطة منبه كاف ومناسب adequate Stimulus وهنا يتغير فرق الكمون حول غشاء الخلية من -90 ميلي فولت إلى حد قد يصل إلى صفر (الشكل رقم ١٧).
- ويحدث نتيجة ذلك زيادة في نفاذية الغشاء الخلوي لعنصر الصوديوم نتيجة فتح قنوات الصوديوم الموجودة في غشاء الخلية فيندفع الصوديوم (Na^+ -influx) إلى داخل الخلية نتيجة فرق التركيز (Concentration gradient).
- ويتكون منحنى الفعل الكامن من ثلاث مراحل هي:

١ - مرحلة إزالة الاستقطاب (القطبية) Depolarization.

٢ - مرحلة عودة القطبية Repolarization .

٣ - مرحلة مضخة الصوديوم والبوتاسيوم Sodium-potassium pump .



الشكل رقم (١٧). منحنى الفعل الكامن.

١- مرحلة إزالة الاستقطاب (القطبية) Depolarization

تحدث نتيجة دخول الصوديوم (Na^+ influx) إلى داخل غشاء الخلية مسبباً نقصاً في الشحنات الموجودة في غشاء الخلية الخارجي وزيادتها داخل الخلية ويحدث انعكاس للقطبية حول غشاء الخلية ويصبح داخل الخلية موجب (+) الشحنة مقارنة مع خارج الخلية فيكون سالب الشحنة (-) ويحدث استجابة "Response".

٢- مرحلة عودة القطبية Repolarization

تقل نفاذية غشاء الخلية تجاه الصوديوم وفي نفس الوقت يصبح غشاء الخلية نفاذاً لعنصر البوتاسيوم ويقل تركيزه في الداخل (K^+ efflux) ويستمر حتى يرجع غشاء الخلية إلى وضعه الأول وتعود القطبية الموجبة إلى غشاء الخلية الخارجي.

٣- مرحلة مضخة الصوديوم والبوتاسيوم Sodium potassium pump

مع نهاية الفعل الكامن . يوجد داخل الخلية تركيز عالٍ من الصوديوم ، خارج الخلية تركيز عالٍ من البوتاسيوم ، فيخرج الصوديوم إلى خارج غشاء الخلية ، ويعود البوتاسيوم إلى داخل غشاء الخلية عودة إلى جهد الراحة. ويحدث بعد ذلك مرحلة ما بعد الفعل الكامن السالب والفعل الكامن الموجب أثناء ذلك تزداد الاستشارية ويزداد معدل التوصيل ثم تقل في مرحلة ما بعد الكامن الموجب.

أنواع الألياف العصبية TYPES OF NERVE FIBRES

توجد ثلاثة أنواع من الألياف العصبية الأساسية، يوضحها الجدول رقم (٧)

التالي:

الجدول رقم (٧). أنواع الألياف العصبية.

ألياف (أ) A FIBRES	ألياف (ب) B FIBRES	ألياف (ج) C FIBRES
السلك بالميكرون M 3 - 20 ميكرون	3 - 1 ميكرون	أقل من الميكرون
سرعة التوصيل متر / ثانية 120 - 5 متر / ثانية	50 - 10 متر / ثانية	5 متر / ثانية
الاستشارية	متوسطة	قليلة
أمثلة	الأعصاب الجسمية	كل الأعصاب عديمة
المغلفة بغشاء "الغلاف	الإرادي قبل دخول	غلاف النخاعين
النخاعي"	العقد العصبية	Nonmyelinated سواء
myelinated	Preganglionic Nerve Fibres	جسديه أو لإرادية
		Somatic or autonomic n.f.

النبضة العصبية Nerve impulse

يحدث فيها مرور للتيار الكهربائي من منطقة إلى منطقة على العصب بعد إثارتها بواسطة (عتبة المنبه) Threshold stimulus وبعد حدوث تغيرات الفعل الكامن حول غشاء الخلية . وتسمى هذه التغيرات الكهربائية المارة على طول العصب "السيال العصبي" أو النبضة العصبية "Nerve impulse".

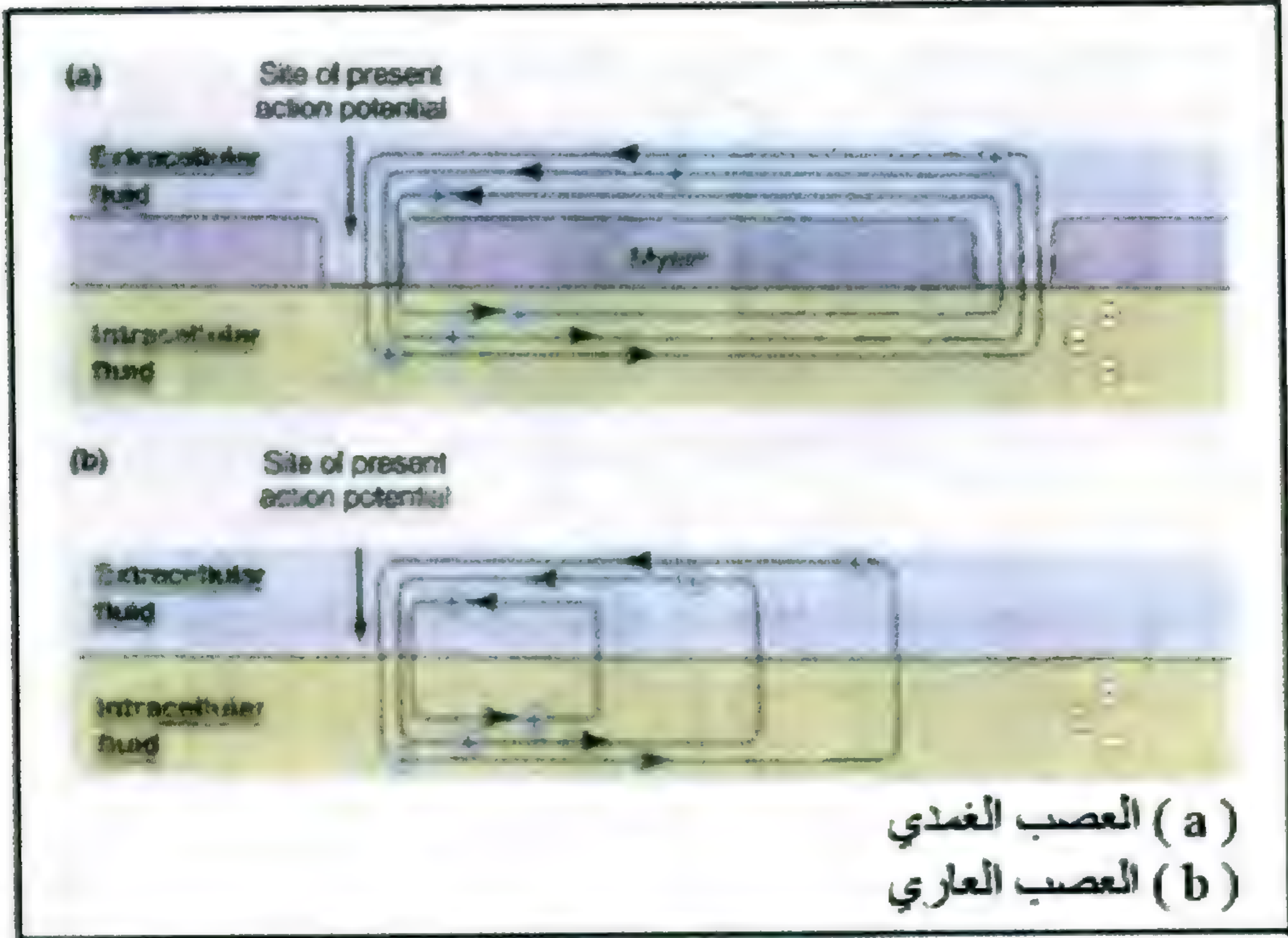
الانتقال عبر الأعصاب المختلفة "سرعة التوصيل" Conduction in Nerves

تختلف سرعة مرور السيالات العصبية عبر الأعصاب حسب قطر العصب أو وجود الغلاف النخاعين المحيط بالعصب Myelin sheath كما في الجدول السابق. فكلما زاد قطر الألياف العصبية زادت سرعة مرور السيالات العصبية (الشكل رقم ١٨).

التوصيل في الأعصاب اللائخاعينية unmyelinated nerve fiber

تمر السيالات العصبية محدثة دائرة كهربائية موضعية local circuit تنتقل من مكان إلى المكان المجاور له . حيث المنطقة المزال استقطابها تسمى المنطقة المؤثرة أو الفعالة ومنها

تنعكس الشحنة الكهربائية حول غشاء الليف العصبي وتعتبر منطقة منبهه للمنطقة المجاورة لها مسببة إزالة الاستقطاب بها وينتج عن ذلك تيار موضعي ينتقل منها إلى المنطقة المجاورة ويمر السيال العصبي.



الشكل رقم (١٨). الانتقال عبر الأعصاب المختلفة.

التوصيل في الأعصاب النخاعية أو الغمدية

Myelinated Nerve conduction

يكون التوصيل في الأعصاب المغطاة أو الغمدية أسرع من الأعصاب اللانخاعية،

ويحدث انتقال سريع للسيالات العصبية من عقدة رانفير إلى عقدة أخرى Node to

Node ويسمى التوصيل الوثي Saltatory conduction . وتعمل خلايا شوان كمادة عازلة

وتحتوي أغشية هذه الخلايا على نسبة عالية من الدهون الفسفورية تسمى "سفينوميلين"

Sphino myelin

قانون الكل أو لا شيء All or Non law

هناك حد أدنى لقدرة المنبه Stimulus على فتح قنوات الصوديوم وبدء مرور السعال العصبي. ويطلق على أقل منبه قادر على تنبيه العصب وتحرير السعال العصبي (منبه ذو حد العتبة Threshold Stimulus).

وعند وقوع منبه أقل شدة منه لا يحدث تنبيه للعصب ، وأي منبه ذي قدرة أكبر من العتبة لا يحدث تنبيه أكثر من الحادث بواسطة العتبة . حيث إن منبه العتبة يعمل على فتح كل قنوات الصوديوم الموجودة في المكان الذي حدث فيه التنبيه. من هنا نجد أن الليف العصبي والليف العضلي يستجيبان لأقل منبه "العتبة" ويعطيان أعلى استجابة وأيضا يحدث ذلك في عضلة القلب و تعطي أعلى استجابة أو رد فعل بواسطة المنبه العتبة.

الاستثارية Excitability

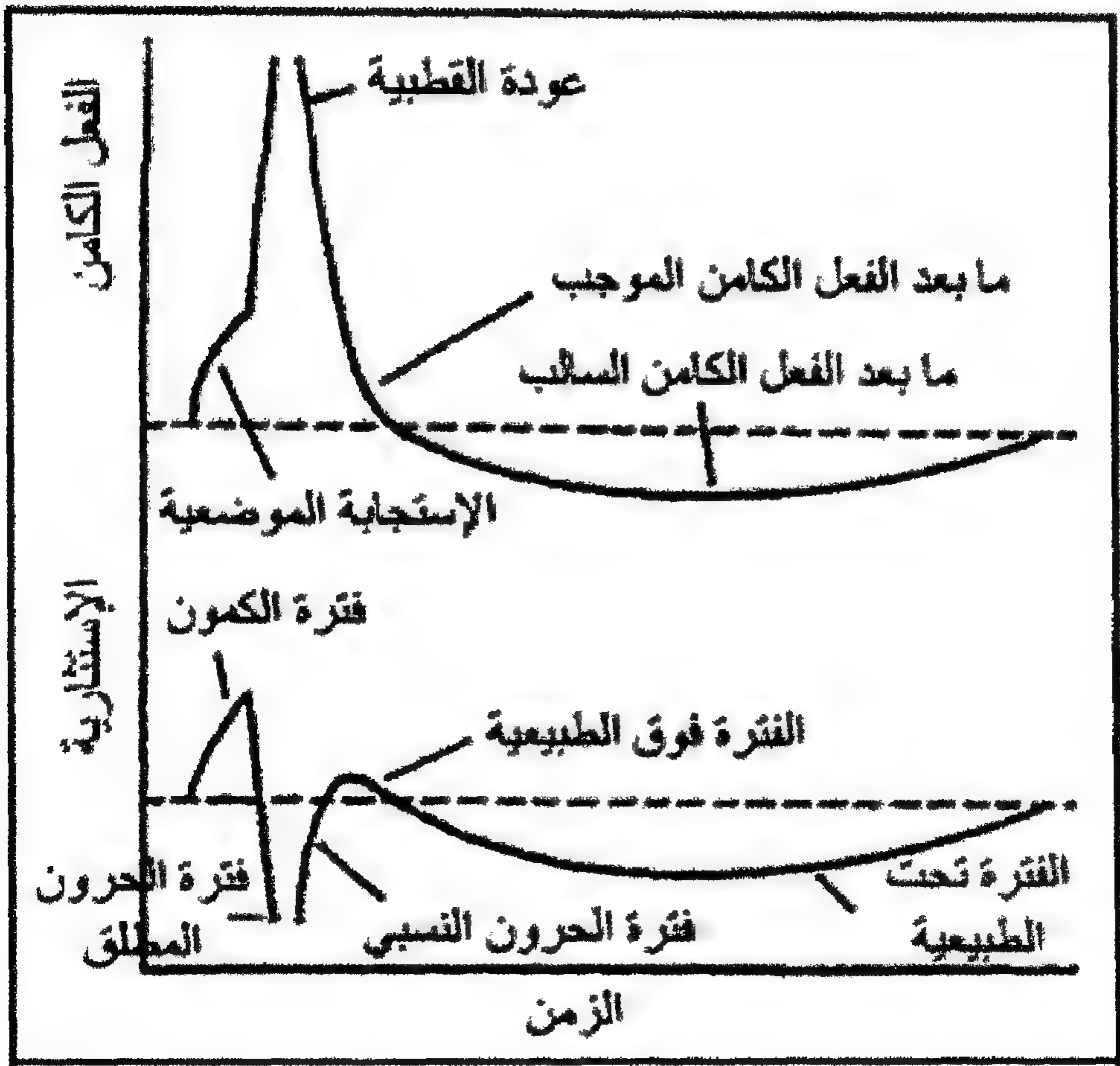
نجد أن كل خلايا الأعصاب والعضلات لها القدرة على الإثارة بواسطة أي منبه ذي قدرة على ذلك ولكن فترة انتقال السيالات العصبية نجد أن هناك فترة راحة حتى يمكن العصب من الاستجابة لمنبه آخر وأثناء هذه الفترة لا يستجيب العصب لأي منبه آخر مهما كانت قوته . وتسمى هذه الفترات فترة الحرون Refractory periods، وتنقسم إلى :

١- فترة الحرون المطلق Absolute Refractory period (A.R.P).

٢- فترة الحرون النسبي Relative Refractory period (R.R.P): في هذه الفترة يمكن للعصب أن تستجيب مرة أخرى لمنبه آخر أقوى من المنبه الطبيعي لكي يصبح قادراً على فتح بعض قنوات الصوديوم وتحرير سعال عصبي آخر . وتبلغ هذه الفترة 1.2 - 1.4 طول فترة الحرون المطلق وتبدأ فيها عودة القطبية مرة أخرى تدريجياً

.Repolarization

- ٣- فترة الاستجابة الزائدة Supra normal phase تكون الاستشارية أكثر من الطبيعي.
- ٤- فترة الاستجابة أقل من الطبيعي Subnormal phase تكون الاستشارية فيها أقل من الطبيعي.



الشكل رقم (١٩). الفعل الكامن ومراحل الاستشارية في العصب.

العوامل المؤثرة على سرعة التوصيل في الأعصاب

١- درجة الحرارة Temperature

كلما زادت درجة الحرارة حول الليف العصبي زادت سرعة انتقال السيالات العصبية. مثال: عند زيادة درجة الحرارة درجة واحدة مئوية تتضاعف سرعة مرور الإشارات العصبية. ولكن يحدث (حصر عصبي) nerve block عند درجة حرارة صفر مئوي. ويتوقف أيضا مرور السيالات العصبية عند درجة حرارة 50 درجة مئوية وتسمى هذه الحالة (الشلل الحراري) Heat Paralysis.

٢- درجة الأس الهيدروجين PH

في حالة الحموضة acidosis ينخفض معدل مرور السيالات العصبية ولكن في حالة القاعدية (القلاء) Alkalosis يزيد معدل المرور للسيالات العصبية. ولذلك يحدث إغماء (Coma) في حالات الحموضة في مرض البول السكري نتيجة حدوث حموضة بالدم.

٣- نقص الأكسجة Hypoxia

يؤدي نقص الأوكسجين إلى إحباط الاستشارية العصبية ووقف مرور السيالات العصبية.

٤- التروية الدموية Blood supply

انخفاض المدد الدموي يقلل من معدل مرور السيالات العصبية.

٥- الشوارد

مثل الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم كل هذه الشوارد مسؤولة عن حيوية واستمرار مرور السيالات العصبية بمعدل طبيعي. فانخفاض الكالسيوم يزيد من حساسية قنوات الصوديوم Sodium Channels فتفتح لمنبه (أقل من حد العتبة). ولكن زيادة الصوديوم يحفز عملية إزالة الاستقطاب بينما زيادة مستوى

البوتاسيوم يزيد من استثارة الأعصاب نتيجة تقليل جهد الفعل أثناء الراحة.

٦- بعض العقاقير

المواد التي تستخدم في التخدير الموضعي أو العام (الأثير، الكحول، والكلورفورم، النوفوكاين) تقلل أو تمنع الاستثارة حيث يعملان على خفض معدل النفاذية للصوديوم.

فيزيولوجيا العضلات Muscle physiology

يوجد في الجسم ثلاثة أنواع من الأنسجة العضلية

١- العضلات الهيكلية "الإرادية" المخططة Skeletal Muscles.

٢- العضلات الملساء "اللاإرادية" Smooth Muscles.

٣- العضلة القلبية "عضلة القلب" Cardiac Muscle.

العضلات الهيكلية Skeletal muscles

تتكون العضلات الهيكلية من ألياف عضلية دقيقة Myofibrils وهي مقسمة إلى ليفات عضلية صغيرة Myofilaments (الشكل رقم ٢٠). وهي مكونة من الوحدة العضلية Sarcomere وهي وحدة تكوين العضلة وتتكون من شريط بسيط داكن يسمى شريط (A) (A-band) يخترقه خط فاتح اللون يسمى خط (H) (H-line) ثم شريط فاتح يسمى (I-band) يخترقه خط داكن اللون يسمى خط z (z-line) وتنحصر وحدة تكوين العضلة Sarcomere بين خطين z (z-z).

أنواع البروتين العضلي "الانقباضي"

١- الألياف الرفيعة Thin Filaments (الشكل رقم ٢١)، وتتكون من:

أ) الأكتين Actin.

(ب) التروبوميوسين Tropomyosin.

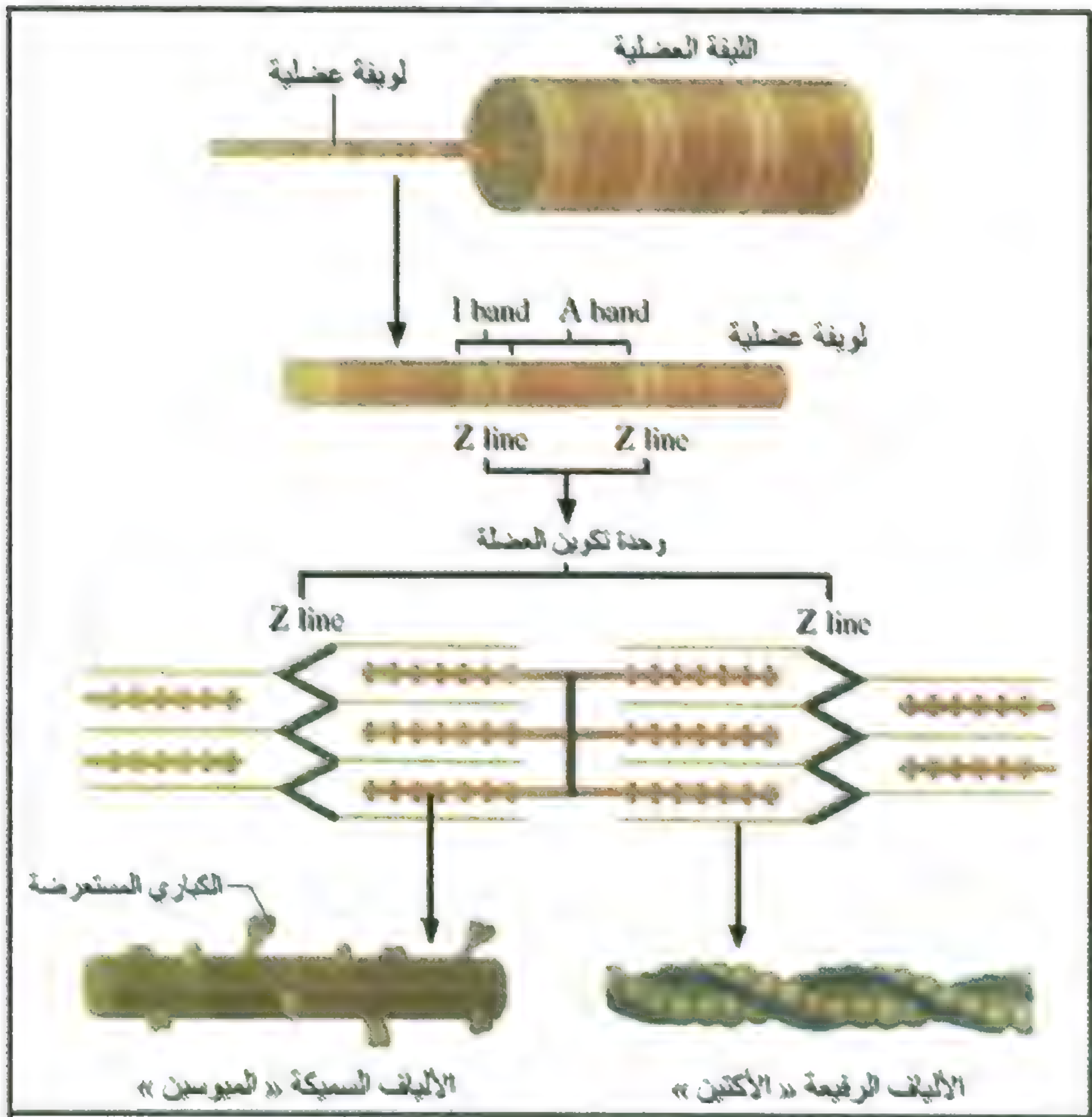
(ج) التروبونين Troponin.

٢- الألياف السميكة Thick Filaments (الشكل رقم ٢٢)، وتتكون من:

الميوسين Myosin.

(أ) الميوسين الثقيل Heavy Meromyosin.

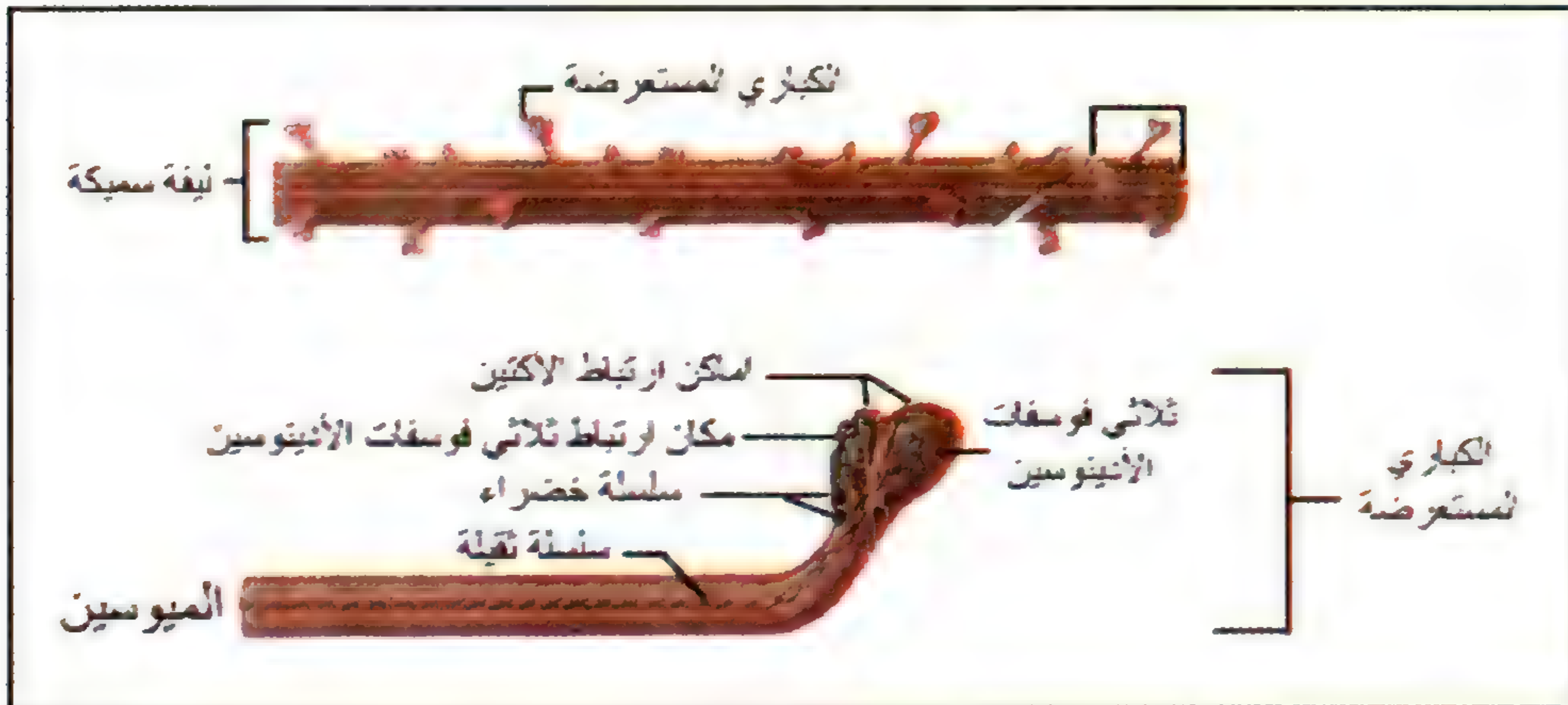
(ب) الميوسين الخفيف Light Meromyosin.



الشكل رقم (٢٠). يوضح تركيب العضلات الهيكلية وكذلك أنواع البروتين الانقباضي.



الشكل رقم (٢١). يوضح تركيب الليفة الرفيعة.



الشكل رقم (٢٢). يوضح تركيب الليفة السميكة من الألياف العضلية والكباري المستعرضة وأماكن اتحاد أو ارتباط الأكتين.

الأكتين Actin

وهو على شكل كروي- ألياف رفيعة ويمثل حوالي 25% من بروتين العضلات ويتحول إلى ألياف الأكتين الطولية في وجود شوارد الماغنسيوم Mg^{++} . ويوجد حوالي 3000 في الليفة العضلية الواحدة. ويحتوي على أماكن نشطه تلتصق بالكباري المستعرضة التي تخرج من الميوسين.

التروبوميوسين Tropomyosin

ألياف على شكل 2 سلسلة من ألفا وبيتا ويتصل بالأكتين في الأماكن النشطة ويوجد في كل أنواع العضلات.

التروبونين Troponin

يوجد فقط في العضلات الهيكلية ولا يوجد في تكوين العضلات الملساء ويتكون من ثلاثة أنواع هي:

١- تروبونين (I) وهو يتصل بخيوط الأكتين ويثبط أنزيم ATP-ase ويفصل بين الأكتين والميوسين.

٢- تروبونين (C) جزء حر يتحد مع شواردات الكالسيوم أثناء عملية الانقباض العضلي ويحمل أربع جزئيات من الكالسيوم.

٣- تروبونين (T) هو يلتصق بخيوط التروبوميوسين والتروبونين C,I.

الميوسين Myosin

ويمثل حوالي 55% من البروتين العضلي وهو عبارة عن الألياف السمكية ويتكون من :

١- الميوسين الثقيل له القدرة على الاتحاد مع الأكتين في وجود نشاط أنزيمي ATP-ase.

٢- الميوسين الخفيف لا يتحد مع الأكتين وليس له القدرة على تنشيط ATP-ase. ويحاط كل ليف عضلي بغشاء عضلي Sarcolemma ويخترق هذا الغشاء بالعرض مجموعة من النبيبات المستعرضة تسمى T - tubule نبيبات ت وهي تمتد من غشاء الخلية العضلية في كل اتجاه مخترقة الخلية العضلية وتمتلئ هذه النبيبات بالسائل البيني وتمتد

نبيبات من خلال الخلايا العضلية تمر بين النهايات الشبكية الهيولية .

الوظيفة

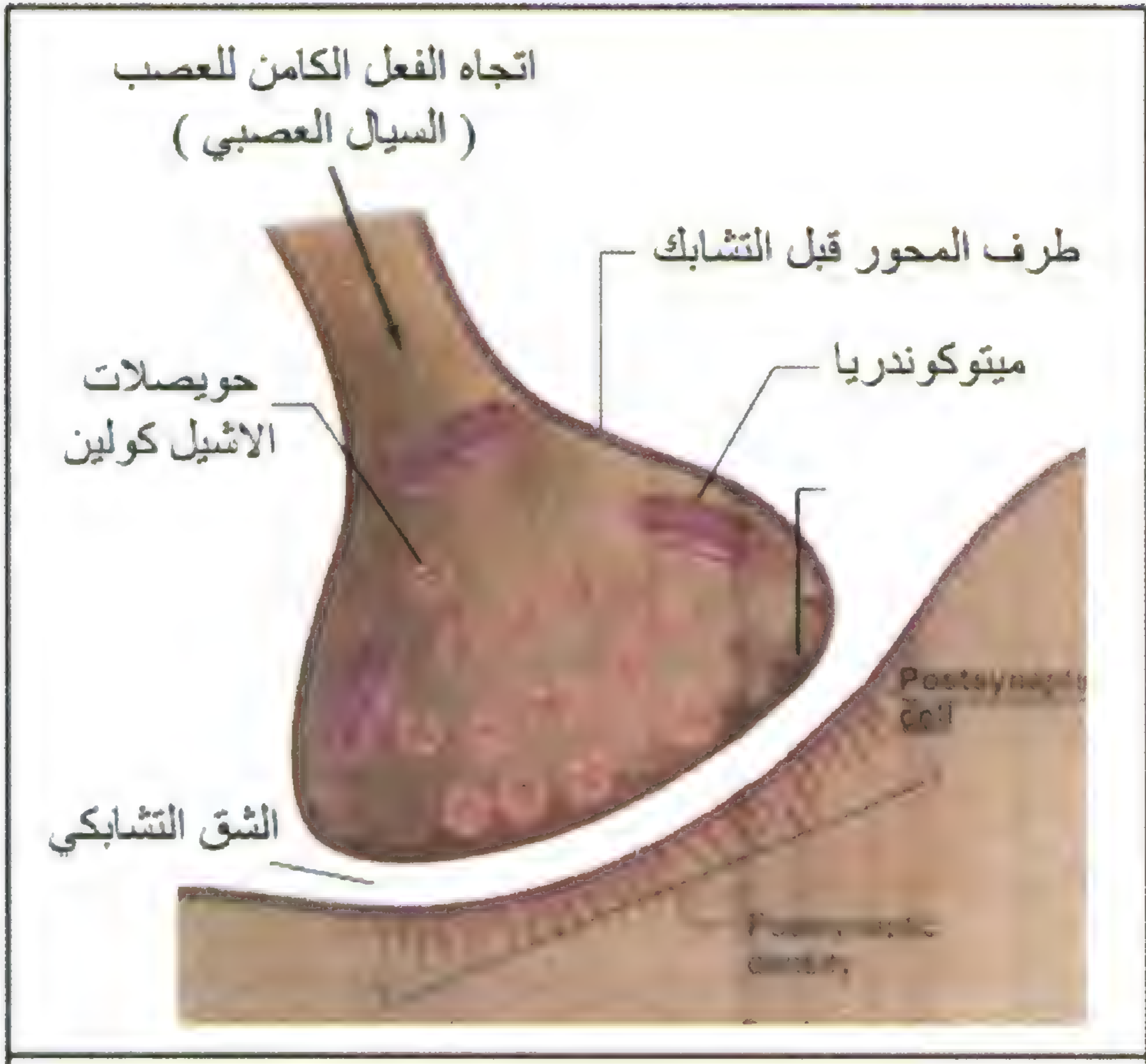
تعمل على سرعة وصول السيالات العصبية إلى جميع أجزاء الخلية العضلية.
وظيفة الشبكية الهيولية للخلايا العضلية sarcoplasmic reticulum هي تحتوي على مخزون الكالسيوم الضروري لعملية انقباض العضلات.

الصفحية الانتهائية المحركة للعضلات

Neuromuscular Transmisson Junction or Motor end plate

تتصل الأعصاب المحركة القادمة من الجهاز العصبي المركزي مع العضلات عند مكان يطلق عليه Neuromuscular junction أو Motor end plate أو الصفحة الانتهائية المحركة للعضلة وتحتوي في نهاية العصب على حويصلات صغيرة بداخلها يوجد ناقل كيميائي يفرز موضعيا يسمى الأستيل كولين Acetyl choline وتشبه هذه النهاية العصبية شكل القدم (Sole foot) ويوجد حولها شق مشبكي يفرز في داخله الأستيل كولين الذي يتحد مع مستقبلات النيكوتين Nicotinic Receptor الموجودة على الغشاء الخلوي للعضلات (الشكل رقم ٢٣).

وعند وصول السيالات العصبية على العصب تفرز مادة الأستيل كولين وتتحد مع المستقبلات الخاصة لها على غشاء الخلية حيث تفتح قنوات الصوديوم نتيجة ذلك وتزداد نفاذية الغشاء للصوديوم ويحدث إزالة للاستقطاب في الخلايا العضلية ويمر السيال العصبي على طول غشاء الخلية ويحدث إفراز الأستيل كولين في وجود شوارد الكالسيوم.
ملحوظة بعد انتقال السيال العصبي من العصب إلى العضلة يتم تكسير الأستيل كولين بواسطة التحلل إلى الأستينات acetate، كولين choline بواسطة أنزيم الأستيل كولين استيريز Acetyl choline estrase.



الشكل رقم (٢٣). يوضح الصفيحة الانتهازية العصبية العضلية.

خصائص التوصيل في الصفيحة الانتهازية المحركة

- ١- يقوم شوارد الكالسيوم بالمساعدة على إفراز الأستيل كولين ولكن يحدث شوارد الماغنسيوم العكس.
- ٢- يمر السيال العصبي فيها من العصب إلى العضلة في اتجاه واحد.
- ٣- تأخذ العضلة فترة استجابة حوالي 0.5 ميلي ثانية حتى يظهر رد الفعل.
- ٤- تكرار عملية إثارة العصب يضعف إفراز الأستيل كولين وبالتالي يقلل من انتقال السيالات العصبية.

٥- هناك بعض الأدوية التي تسبب إثارة للتوصيل في الصفحة النهائية المحركة مثل مركبات الميتا كولين Meta cholina والكربا كول Corbacoal البروستجمين Prostigmine.

٦- هناك عقاقير مثبطة للتوصيل في النهايات المحركة للعصب مثل:

أ) كورار Curare.

ب) سكسينل كولين Succinyl choline.

ج) سموم البتولزم Botulinim toxin.

وكل هذه الأدوية والسموم تسبب ارتخاء العضلات وعدم تحريكها ويسبب سم البتولزم الموجود في بعض المعلبات Cans الملوثة بالبكتريا اللاهوائية البتوليونيوم حدوث شلل في العضلات الهيكلية مثل : عضلات التنفس وحدث وفاة بعد ذلك.

الوحدة الحركية Motor unit

هي عدد الألياف العضلية التي يغذيها ليف عصبي. ويختلف عددها حسب وظيفة العضلة . ففي العضلات السريعة التي تحتاج إلى الانقباض والارتخاء بسرعة كبيرة مثل عضلات العين تكون النسبة 1 : 3 ولكن في العضلات البطيئة مثل عضلات الظهر مثلا تكون النسبة 1 : 200

الأساس الجزيئي للانقباض

Molecular Base for Muscle contraction

كيفية انقباض العضلات الهيكلية

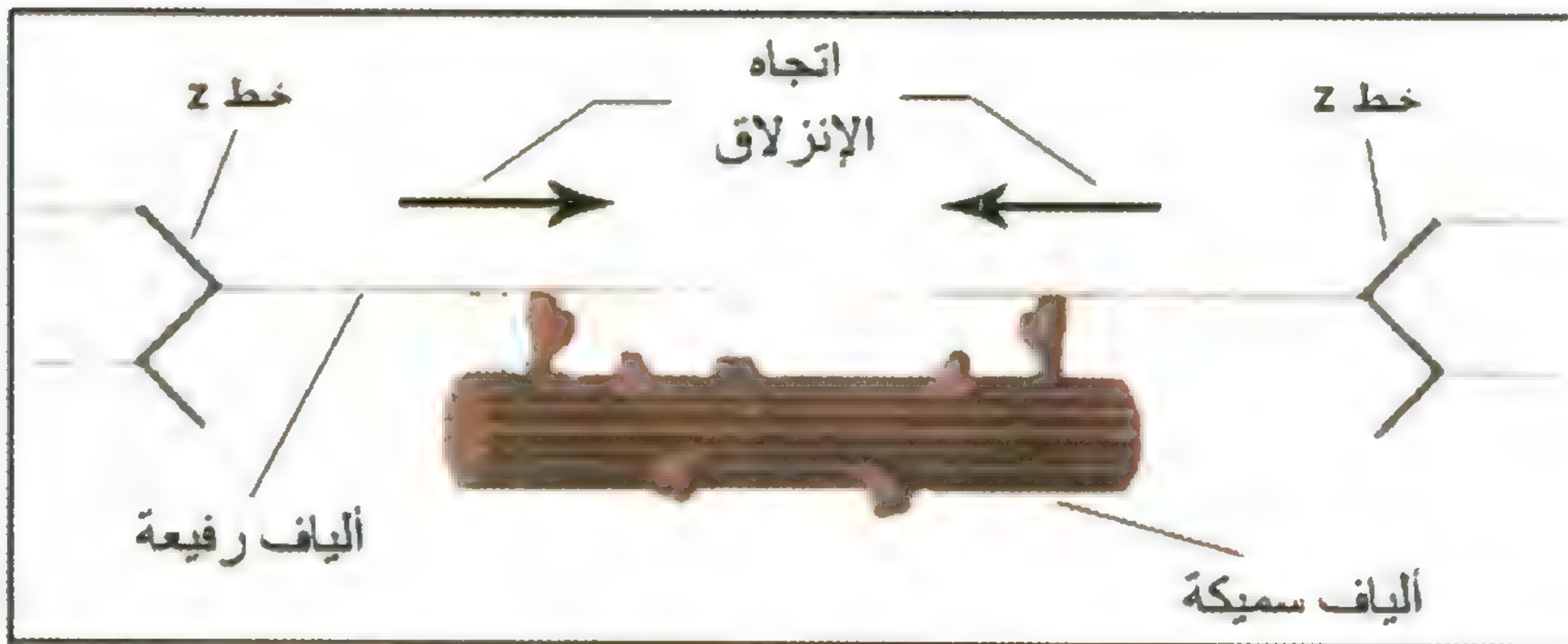
١- عند وصول السيالات العصبية عند نهاية الطرف العصبي واتصاله بالعضلة يحدث إفراز للأستيل كولين ويتحد الأستيل كولين مع مستقبلات النيكوتين Nicotinic R. على غشاء الخلية العضلية .

- ٢- تفتح قنوات الصوديوم ويزداد نفاذية الغشاء الخلوي للصوديوم ويحدث إزالة لاستقطاب في الخلايا العضلية ويمر سيال عصبي على طول غشاء الخلية العضلية.
- ٣- ويمر عبر النبيبات إلى داخل الخلية العضلية.
- ٤- يتحرر الكالسيوم في هيولي الخلايا العضلية.
- ٥- يتحد الكالسيوم مع تروبونين c (Troponin c).
- ٦- يتحرك التروبوميوسين نتيجة التصاق الكالسيوم بالتروبونين كاشفاً معه الأماكن النشطة على الأكتين.
- ٧- يحدث اتصال الكبارى المستعرضة التي تخرج من الميوسين مكونين معا الأكتينوميوسين Actino- myosin ويثلق الأكتين متحركا على طول خيوط الميوسين نتيجة اتحاد وانفصال متوالي ومتتابع للكبارى المستعرضة والأماكن النشطة على طول خيوط الأكتين ويحدث الانقباض العضلي Muscle contraction كما في الشكل رقم (٢٤) حدوث انطلاق للطاقة ----- ADP

ATP + ----- pi

ATP- ase

٨-



الشكل رقم (٢٤). يوضح وحدة التركيب العضلي واتجاه انزلاق الألياف العضلية.

كيفية حدوث استرخاء في العضلات

- ١- لكي يحدث استرخاء في العضلات يحدث ما يسمى مضخة الكالسيوم بواسطة استخدام الطاقة ATP حيث يعود الكالسيوم مرة أخرى إلى داخل الشبكة الهيولية بعد حدوث الانقباض نتيجة انفصال الكالسيوم من التروبونين C.
- ٢- تعود كريات التروبونين إلى وضعها الأول ويغطي جزء التروبوميوسين مرة ثانية الأماكن النشطة على الأكتين ويحدث الارتخاء العضلي.
- ملحوظة: شواردات الكالسيوم ضرورية لعملية الانقباض وعملية الاسترخاء أيضا في وجود مصادر الطاقة ATP, ATP-ase وانطلاق الطاقة داخل العضلات.

مرحلة الانقباض

- ١- لاحظ إفراز الكالسيوم من الشبكة الهيولية للخلايا العضلية واتحاد الكالسيوم بالتروبونين، التروبوميوسين.
- ٢- انزلاق ألياف الأكتين على رؤوس الميوسين "الألياف السمكية".

مرحلة الاسترخاء

- ١- دخول وعودة الكالسيوم إلى الشبكة الهيولية للخلايا العضلية.
- ٢- انفصال الكالسيوم من التروبونين - التروبوميوسين.
- ٣- انفصال ألياف الأكتين من رؤوس الميوسين .
- ٤- حدوث ارتخاء في وجود مصدر الطاقة ATP.

مصادر الطاقة في العضلات

The sources of Energy to Muscles

تقوم العضلات بتحويل الطاقة الكيميائية (طاقة الغذاء) إلى طاقة حركية، وتحتوي على مصادر طاقة في صورة مركبات عديدة:

أولاً: مركبات الفوسفات Phosphogen compounds

- ١- أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP).
- ٢- مركب الكرياتين فوسفات (phosphocreatine).

١- أدينوسين ثلاثي الفوسفات

هو المصدر الأول والمباشر الذي تخرج منه طاقة حرارية تسبب انقباض العضلات وانزلاق جزئيات الأكتين على الميوسين.

أ) وينتج ATP في المتقدرات Mitochondria في خلايا العضلة عند احتراق (السكريات والدهون والبروتينات).

ب) ينتج عن تحلله خروج كميات هائلة من الحرارة والطاقة (E).



ج) ينتج عن فقد ATP في هيولي الخلايا العضلية حدوث:

- توقف مضخة الكالسيوم في الشبكة الهيولية وقلة مستوى الكالسيوم في العضلات واستمرار عملية الانقباض (اتحاد الأكتين مع الميوسين) ويحدث التقلص العضلي أو Cramp .
- حدوث تيبس رمي في العضلات Rigor mortis .

٢- مركب فوسفات الكرياتين (C.P)

أ) المصدر الثاني للطاقة الذي يعوض ATP المتحلل أولاً

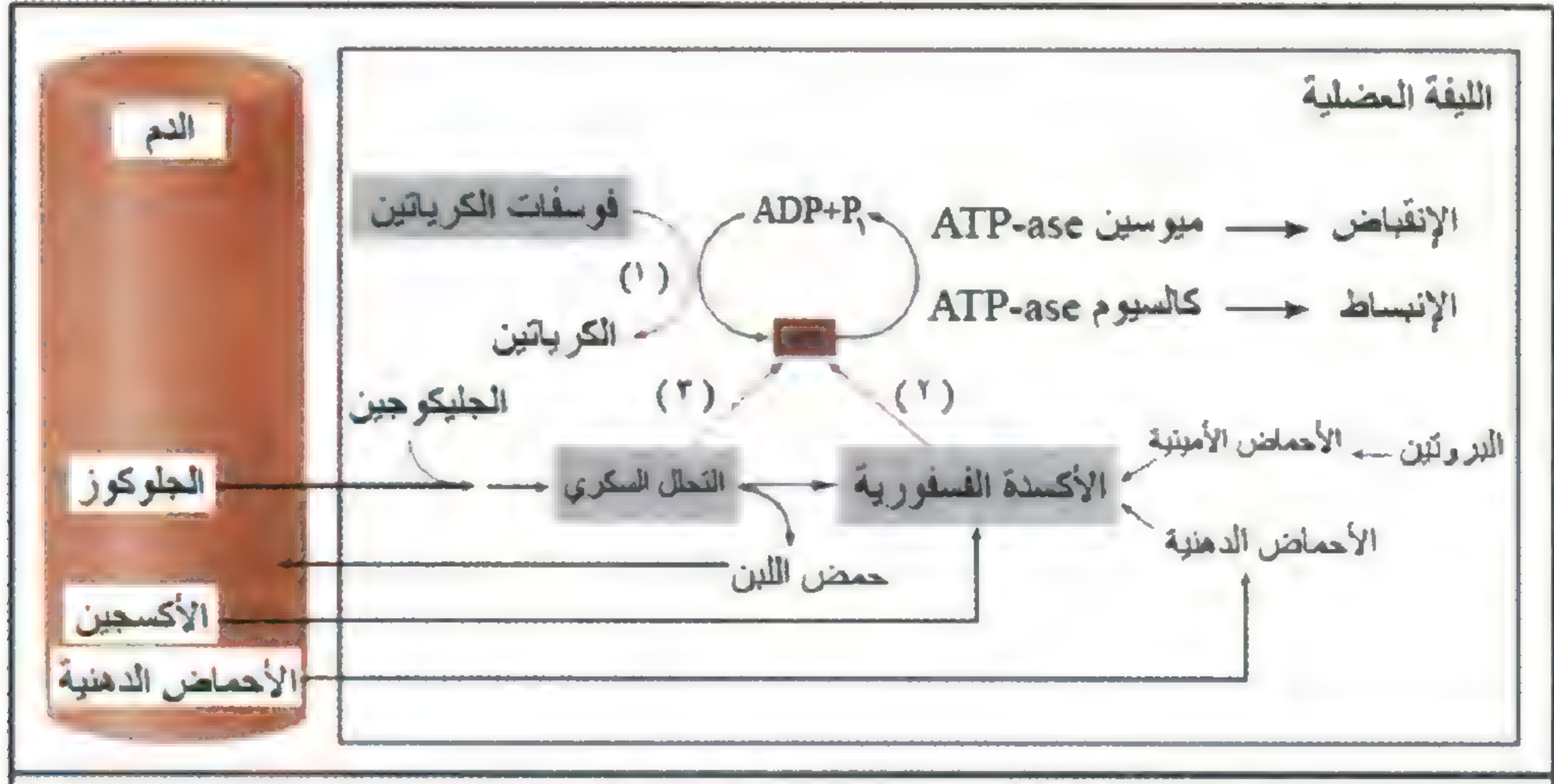


ب) يحتوي على كمية من الطاقة أكبر من مركب ATP .

ملحوظة: تكفي كمية مركبات الفوسفات العضوية الموجودة في العضلة للنشاط

لفترة قليلة لا تزيد عن ١٠ ثوانٍ ولذلك يجب أن يصل الأوكسجين إلى العضلات حتى

يستمر إنتاج الطاقة واستمرار نشاط العضلة هوائيا.



الشكل رقم (٢٥). يوضح مصادر الطاقة في العضلات.

ثانياً: الكربوهيدرات "الجلوكوز و الغليكوجين" "Muscle glycogen- glucose"

١- إعادة تكوين ATP ، مركب الكرياتين الفوسفات تتم عن طريق حرق أو تحليل الجلوكوز glucose

٢- الحرق الكامل لجزيء الجلوكوز ينتج عنه ثاني أكسيد الكربون. وماء وحوالي 38 جزيء من ATP .

٣- السكر هو المخزون الرئيس للطاقة في الخلية العضلية حيث يخزن الجلوكوز أثناء الراحة داخل الخلية العضلية ويتحول إلى نشا حيواني " غليكوجين " glycogen ويمثل حوالي ١٪ من وزن العضلة .ويخزن أيضا في الكبد ويمثل حوالي ٥٪ من وزن الكبد حيث يمد الدم بالجلوكوز والذي يمد العضلات بالسكريات.

٤- يتم حرق السكريات على مرحلتين:

أ) مرحلة الحرق اللاهوائي anerobic وفيها تحرق السكريات في غياب

الأكسوجين وينتج عن ذلك ATP2 .

(ب) مرحلة الحرق الهوائي aerobic

تحدث في وجود الأكسوجين وينتج عنها كميات كثيرة من الطاقة وتتم هذه المرحلة في الميتوكوندريا Mitochondria من خلال دورة كريبس Krebs cycle وتخزن الطاقة في صورة مركبات الفوسفات التي تحوي الطاقة .

ثالثاً: الدهون والبروتين Proteins -Fats

١- حرق الدهون ينتج أكثر من ضعف الطاقة الناتجة عن حرق السكريات أو البروتين.

٢- تمثل الدهون المصدر الرئيس للطاقة أثناء الراحة حيث تندمج الأحماض الدهنية Free fatty acids في الدم في دورة كريبس في الميتوكوندريا وينتج الطاقة اللازمة للانقباض العضلي (Kerb's cycle) (mitochondria) كمية الدهون في الجسم كبيرة وتكفي للنشاط العضلي الهوائي لفترة طويلة . أي أن الحرق الهوائي يستهلك الدهون المخزنة في الجسم . في حالة بذل مجهود بدني هوائي نجد أن مصدر الطاقة هي الدهون وجلوكوز الدم

أما المجهود البدني اللا هوائي فيعتمد على حرق الغليكوجين في العضلات وينتج حمض اللبن الذي يسبب التعب العضلي عند تراكمه في العضلات.

أنواع العضلات الهيكلية

Types of skeletal muscles

يبين الجدول رقم (٨). أنواع العضلات الهيكلية، أو أنواع الألياف العضلية:

الجدول رقم (٨). أنواع العضلات الهيكلية، أو أنواع الألياف العضلية.

الألياف العضلية البطيئة	الألياف العضلية السريعة	
Slow skeletal muscles	Fast skeletal muscles	
كمية صغيرة	كمية كبيرة	١ - الميوسين ATP-ase.
لون الألياف أحمر	لون الألياف أبيض	٢ - اللون.
تحتوي على كميات كبيرة من	تحتوي كمية قليلة من	٣ - الخضاب العضلي myoglobin
خضاب العضلات وهي التي	خضاب العضلات أو لا	
تعطي لها اللون الأحمر	تحتوي على خضاب	
	العضلات	
قادرة على الانقباض المستمر	قادر على الانقباض بسرعة	٤ - معدل الانقباض ومدته الانقباض
لمدة طويلة وبطيئة وتوجد	عالية وهي قادرة على عمل	—Cont ration rate
عضلات الظهر	انقباض محدد وسريع وذوي	
	مهارة مثل عضلات مقلّة	
	العين، عضلات الأصابع في	
	الإنسان .	
تعتمد على التحلل اللاهوائي		٥ - مصادر الطاقة اللازمة للانقباض
للغلوكوز لإنتاج الطاقة وإنتاج		Sources of energy
ATP		
Oxidative phsopholytion		
الأكسدة الفسفورية		
لا تحتوي على الكثير من		
الأوعية الدموية		

أنواع الانقباض العضلي

Types of muscle contraction

يبين الجدول رقم (٩). أنواع الانقباض العضلي:

الجدول رقم (٩). أنواع الانقباض العضلي.

نوع الانقباض	الانقباض الأسوي التوتر Isotonic Cont	الانقباض الأسوي المقاس Isometric cont
١- طول العضلة Length of muscle	يتغير طول العضلة حيث يقصر طول العضلة بعد الانقباض عن قبله.	لا يتغير طول العضلة ويظل الطول ثابتاً أثناء الانقباض.
٢- التوتر Tension	التوتر ثابت لا يتغير .	يزداد توتر العضلة أثناء الانقباض وتخرج الطاقة الناتجة في صورة حرارة تبث خارج الجسم بالإشعاع .
٣- الشغل العضلي Mechanical work	تستطيع العضلات أن تؤدي شغل Mechanical work مثل رفع ثقل أو تحريك أحد أعضاء الجسم وفي هذه الحالة تتحول الطاقة الكيميائية الناتجة عن حرق مكونات الطاقة إلى طاقة ميكانيكية تؤدي إلى حدوث شغل	لا تستطيع العضلات بذل شغل ولا تتحول الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية ويحدث في حالة حفظ توازن وضع الجسم Posture والتوازن ضد الجاذبية الأرضية أو دفع أو حمل ثقل كبير Heavy load

نوع آخر من الانقباض يحدث فيه استطالة لطول الألياف العضلية وعضلة الحجاب الحاجز lengthing حيث يزداد طول العضلات أثناء الانقباض.

التغيرات التي تحدث من الطاقة ودرجة الأس الهيدروجيني

في العضلات أثناء الانقباض العضلي

يحدث أثناء الانقباض زيادة في إنتاج الطاقة الحرارية داخل العضلات نتيجة حرق مكونات الطاقة الكيميائية أو الغذاء أثناء عملية الانقباض وخروج الطاقة الحرارية وزيادة درجة حرارة العضلات (Heat):

١- الحرارة الأولى وتحدث قبل حدوث قصر في طول العضلات.

٢- الحرارة الحادة وتحدث أثناء زيادة التوتر في أثناء الانقباض (activation heat)

الأسوى المقاس.

٣- حرارة الانقباض ثابت التوتر وتحدث أثناء قصر العضلات في (shorten heat) الانقباض ثابت التوتر.

٤- الحرارة الحافظة وتحدث أثناء حدوث التوتر (maintaince heat).

٥- حرارة الانبساط (Relaxation heat).

لا يحدث إنتاج حرارة أثناء انبساط العضلات، ولكن إذا حدث حمل على العضلة فإنه ينتج عنها خروج طاقة حرارية بعد حدوث الانبساط العضلي أو الارتخاء العضلي.

التغيرات في درجة الأس الهيدروجيني أثناء الانقباض PH

١- درجة الأس الهيدروجيني - حامضية نتيجة زيادة الفوسفور المنطلق من ATP وتحوله إلى P+ADP.

٢- درجة الأس الهيدروجيني - قاعدية .

نتيجة تراكم الكرياتين في العضلات Creatine

٣- درجة الأس الهيدروجيني - حامضية مرة أخرى نتيجة تراكم حمض اللبن Lactic acid .

الاحتياطي الأوكسجين Oxygen debt

في حالة الانقباض القوي والسريع للعضلات تضيق الأوعية الدموية التي تغذي العضلات وتقل بالتالي كميات الأوكسجين وتعتمد العضلة على الطاقة نتيجة التحلل اللاهوائي وينتج عنه زيادة كميات حمض البيروفيك ويتحول في غياب الأكسجين في العضلات إلى حمض اللبن Lactic acid الذي يتراكم داخل العضلات ثم ينقل من خلال الدورة الدموية إلى الكبد حيث يتحول هناك إلى ثاني أكسيد الكربون وماء من خلال

دورة كوري (Cori cycle) ولذلك يحتاج الجسم أثناء المجهود البدني كميات كبيرة من الأكسجين لتحويل حمض اللبن إلى جلوكوز مرة أخرى .
ويحتاج الجسم إلى حوالي ٦ مرات مقدار الأوكسجين المستهلك في حالة الراحة عنه في حالة بذل المجهود البدني العنيف، وذلك يزداد معدل التنفس ليمد الجسم بالأوكسجين المستهلك في حالة الراحة عنه في حالة بذل المجهود البدني العنيف ولذلك يزداد معدل التنفس ليمد الجسم بالأوكسجين اللازم للانقباض .

خصائص العضلات الهيكلية

١- الاستشارية Excitability

هي قدرة العضلة على الاستجابة Response لمنبه خارجي بالانقباض وهذه الخاصية ممكن أن تتم دون استشارة العصب المغذى لها من خلال وقوع منبه مناسب على العضلة. وتنقسم إلى:

أ) فترة الحرون المطلق: وهي الفترة التي يحدث فيها استقطاب كامل للعضلة depolarization وتنعكس القطبية حول غشاء والخلية العضلية، وهذه الفترة قصيرة جداً 0.005 ثانية وفي هذه الفترة لا تستجيب العضلة لأي منبه أخر مهما كانت شدته وتصبح استشارية العضلة تساوي صفر.

ب) فترة الحرون النسبي: في هذه الفترة تبدأ العضلة في استعادة القطبية مرة أخرى وتصبح قادرة على عمل انقباض عضلي إذا وقع عليها منبه قوي وأعلى من العتبة supra threshold stimulation.

٢- الانقباضية Contractility

هي قدرة العضلة على الانقباض في حالة إثارة العضلة بمنبه كافٍ مناسب وتكون من ثلاث مراحل.

أ) مرحلة الكمون **latent period**: وهي الفترة التي تقع بين حدوث التنبيه العصبي وبدء الانقباض العضلي وتحدث فيها كل العمليات الحيوية حتى حدوث الانقباض وتستغرق 0.04 ثانية .

ب) فترة الانقباض **Contraction period**: وهي الفترة التي يحدث فيها انزلاق الأكتين على الميوسين ويتغير فيها طول اللييف العضلي.

ج) فترة الاسترخاء **Relaxation phase**: وهي الفترة التي ينفصل فيها الأكتين عن الميوسين ويعود إلى وضعه الأول وهي أطول قليلا من فترة الانقباض .

قانون الكل أو لا شيء **All or None Law**

هي خاصية للييفة العضلية الواحدة أو الوحدة الحركية **motor unit** فعندما تشار اللييفة العضلية أو الوحدة الحركية تنقبض بأقصى قوة لها عند وقوع منبه ذي حد العتبة على العضلة ولكن استعمال منبه أقوى لا يؤدي إلى زيادة في قوة الانقباض العضلي ويختلف الأمر بالنسبة للعضلة كلها حيث إن استعمال منبه ضعيف يؤدي إلى رد فعل من انقباض ضعيف وزيادة المنبه يزيد من قوة الانقباض نتيجة زيادة عدد الوحدات الحركية التي تستجيب للمنبه .

التعب العضلي **Muscle Fatigue**

هي نقص تدريجي لقدرة العضلة على الاستجابة لمنبه خارجي بالانقباض.

الأسباب

١- نفاذ مصادر الطاقة في العضلات .

- ٢- تراكم كميات كبيرة من حمض اللبن في العضلة .
- ٣- نقص التزود بالدم والأوكسجين .
- ٤- نفاذ كل كميات الأستيل كولين عند منطقة الالتقاء العصبي العضلي.

الحرارة Effect of heat

تعمل الحرارة العالية حتى 37 درجة مئوية على زيادة سرعة وقوة الانقباض العضلي، ولكن انخفاض الحرارة إلى 10-4 درجات مئوية يؤدي إلى بطء الانقباض العضلي. ويرجع ذلك إلى أن الحرارة تؤدي إلى إسراع جميع العمليات الحيوية داخل العضلة.

ظاهرة الدرج " السلم Stair case Phenomina

إذا تم تنبيه العضلة بسلسلة من المنبهات القصوى بصورة متتابعة تحدث زيادة تدريجية في قوة الانقباض إلى أن تصل إلى أقصى قوة له ثم تثبت قوة الانقباض بعد ذلك، ويحدث هذا نتيجة الزيادة التدريجية في معدل ضخ الكالسيوم من الشبكة الهيولية متزامنة مع الزيادة في شدة المنبه إلى أقصى معدل له كذلك تزداد درجة الحرارة تدريجياً نتيجة الانقباضات المتتالية وزيادة الحرارة تهيئ العضلات لعملية الانقباض .

التراكم Summation

يحدث أثناء مرحلة الحرون النسبي للعضلات يمكن أن يؤدي إشارة العضلة إلى حدوث انقباض عضلي فوق الانقباض الأول ويسمى هذا تراكم الانقباض.

التكزز Tetanus

يحدث عندما تثار العضلة بمجموعة من المنبهات المتتالية بحيث تقع جميعها على منحني الانقباض، يؤدي ذلك إلى انقباض متواصل يزيد الضغط أثناءها إلى حوالي أربع مرات أكثر من الانقباض الواحد. ويحدث تكزز غير كامل أو تكزز كامل حسب وقوع منبه تحت العتبة.

العضلات الملساء Smooth Muscles

هي عضلات غير مخططة وعضلات لا إرادية Involuntary muscles أي أنها يتحكم فيها الجهاز العصبي اللاإرادي.

خصائص العضلات الملساء

- ١- عضلات لاإرادية وتستمر في الانقباض في حالة قطع الأعصاب المتصلة بها .
- ٢- تغذى بواسطة الجهاز العصبي الودي والنظير ودي عصب واحد (محرك) و العصب الآخر (مثبط) .
- ٣- لا تحتوي على بروتين التروبونين .
- ٤- الانقباض بها أبطأ من العضلات الهيكلية وتحصل الطاقة من الحرق الهوائي للغلوكوز ولا يحدث فيها حرق لا هوائي .
- ٥- زيادة نسبة الأكتين عن الميوسين .

أنواع العضلات الملساء**Types of smooth muscles Fibres**

يبين الجدول رقم (١٠) أنواع العضلات الملساء.

الجدول رقم (١٠). أنواع العضلات الملساء.

العضلات الحشوية Visceral smooth m	العضلات عديدة الوحدات Multi unit smooth m
١- تغذي بواسطة 2 عصب واحد نظير ودي (محرك) motor والأخرى ودي (مقبط) inhibitory .	١- تغذي بعصب محرك منفرد سواء كان من الجهاز العصبي الودي أو نظير الودي .
٢- تنقبض ذاتياً myogenic ويقوم الجهاز العصبي فقط بتنظيم نشاطها .	٢- تنقبض عصبياً Neurogenic
٣- توجد في عضلات الرحم - المثانة والجهاز الهضمي - والشعب الهوائية أي في الأحشاء الداخلية. وتنقبض هذه العضلات كوحدة واحدة نتيجة وجود قنوات اتصال Jap junction - تحرك الطعام، وتساعد على الهضم والامتصاص، وتوسيع الشعب، وإخراج البول، والولادة	٣- توجد في عضلات بؤبؤ العين eye pupil والغشاء الثالث لبعض الحيوانات - والعضلة المحركة لمقلة العين والعضلات المحركة للشعر و في الأوعية الدموية الصغيرة.
٤- عضلات بؤبؤ العين - توسع أو تضيق العين.	٤- عضلات بؤبؤ العين - توسع أو تضيق العين.

آلية انقباض العضلات الملساء Contraction of smooth

- ١- العضلات اللاإرادية يوجد بها الكثير من قنوات الكالسيوم Ca channels وعدد قليل من قنوات الصوديوم Sod channels .
- ٢- يقوم الكالسيوم بتنشيط الانقباض العضلي ومصدر الكالسيوم من السائل خارج الخلية وليس الشبكة الهيولية مثل العضلات الهيكلية، وتوجد مضخة الكالسيوم على غشاء الخلايا الخارجي حيث يتم ضخ الكالسيوم ببطء إلى داخل الخلية ولذلك يكون انقباضها وارتخاؤها بطيء مقارنة بالعضلات الهيكلية .
- ٣- يرتبط الكالسيوم داخل الخلية مع بروتين خاص يسمى كالموديولين calmodulin وينتج عن ذلك تنشيط أنزيم (ATP-ase) ويحل الكالموديولين محل التروبونين c في العضلات الهيكلية.

الفصل الرابع

الدم وسوائل الجسم

Blood and Body fluids

الدم

هو سائل مركب أحمر اللون يحتوي على مادة الهيموجلوبين Hemoglobin في كريات الدم الحمراء ويدور هذا السائل داخل الأوعية الدموية (الشرايين والأوردة والشعيرات الدموية) والقلب أثناء انقباض عضلة القلب ودفع الدم في جسم الكائن الحي سواء في الإنسان أو الحيوان أو الطيور ويحتوي الدم على عدة أنواع من الخلايا تسمى خلايا الدم أو كريات الدم blood cells تسبح هذه الخلايا في سائل أصفر اللون يسمى بلازما الدم blood plasma.

وظائف الدم العامة

- ١- يحمل الدم الطعام المهضوم في صورة سكريات أحادية وأحماض أمينية وأحماض دهنية وكوليستيرول وماء وأملاح معدنية وفيتامينات من الأمعاء الدقيقة إلى جميع أنسجة وخلايا الجسم. وبالتالي حمل مصادر الطاقة الكيميائية إلى كل خلايا الجسم وإعطاء الحيوية والنمو للجسم لأداء الوظائف الفسيولوجية لجميع أعضاء الجسم .
- ٢- تحمل كريات الدم الحمراء الأوكسجين (O_2) من الرئتين أثناء عملية التنفس " الشهيق " inspiration إلى جميع أنسجة وخلايا الجسم ، في صورة أوكس

هيموجلوبين oxy-hemoglobin ومنح الأوكسجين لكل خلايا الجسم لإطلاق الطاقة الحيوية.

وأیضا یحمل الدم ثاني أكسيد الكربون (CO_2) في صورة كاربو أمين هيموجلوبين carbo-amino-hemoglobin وبيكربونات الصوديوم والبوتاسيوم والماء الناتج من عمليات استقلاب الغذاء أو التمثيل الغذائي metabolism إلى الرئتين لكي يتم التخلص منها أثناء عملية التنفس " الزفير " expiration .

٣- يحمل الدم اليوريا وحمض البول ونواتج عمليات استقلاب الغذاء والأملاح المعدنية والماء الزائد عن حاجة الجسم والخلايا لتخرج من الجسم عن طريق الكليتين في صورة بول وأيضا عن طريق الغدد التعرقية الموجودة في الجلد في صورة التعرق وبالتالي الحفاظ علي البيئة الداخلية لخلايا الجسم الأستتباب homostatsis والحفاظ على أعلى معدل لوظائف خلايا جسم الإنسان ووقاية الجسم من الأمراض الاستقلابية.

٤- يحمل الدم الهرمونات Hormones التي تفرزها الغدد الصماء إلى أماكن عملها في الخلايا والأنسجة المستهدفة Target organs وكذلك الأنزيمات enzymes التي تدخل في عمليات استقلاب الغذاء وبالتالي تنظيم وظائف الغدد وأعضاء الجسم المختلفة.

٥- يحافظ الدم على درجة حرارة الجسم body temperature . ثابتة بمساعدة الأجهزة المسؤولة عن تنظيم درجة حرارة الجسم في تحت المهاد (الوطاء) hypothalamus في المخ عن طريق نقل الحرارة من الكبد والعضلات الهيكلية إلى كل خلايا وأنسجة الجسم .

٦- يحافظ الدم أيضا على توازن سوائل الجسم بالخلايا والأنسجة المختلفة.

٧- يقي الدم الجسم من الميكروبات والجراثيم الضارة عن طريق كرات الدم البيضاء وتحتوي أيضا بلازما الدم على أجسام مضادة antibodies " الضد " تكسب

الجسم المناعة والوقاية والحماية ضد الأمراض المختلفة سواء الفيروسية أو البكتيرية Viral and bacterial diseases.

٨- يقي الدم الجسم من أخطار عملية التزيف الدموي bleeding عن طريق تكوين خثرة الدم blood clot ووقف التزيف الدموي من الجروح التي قد تحدث في الجسم. وهذه الوظيفة من وظائف الصفائح الدموية.

خصائص الدم العامة

General properties of blood

أولاً: حجم الدم الكلي blood volume

يمثل حجم الدم الكلي في الإنسان حوالي ٨٪ من وزن الجسم ويبقى حجم الدم ثابتاً بالجسم نتيجة إمداد الدورة الدموية بكميات من الدم المخزن في الكبد والطحال عند نقص حجم الدم . ويمثل حجم الدم حوالي ٥-٦ لتر في إنسان يزن حوالي ٧٠ كيلو جرام.

ويعتبر التزيف الدموي bleeding من أخطر العوامل المؤثرة في حجم الدم حيث تكمن الخطورة في فقد أكثر من ٢٥٪ من حجم الدم بدون تعويض ويؤدي فقد حوالي ٥٠٪ من حجم الدم إلى حدوث الوفاة .

وأهمية نقل الدم من نفس الفصيلة الدموية ونفس عامل ريسس إلى المصاب بالتزيف تؤدي إلى إنقاذ حياته . ويجب تحديد فصيلة الدم وعامل ريسس لكل من المتبرع بالدم والمستقبل للدم بواسطة إجراء فحص الفصائل وفحص عامل ريسس وأيضاً إجراء اختبار Cross match بين كل من دم المتبرع والمستقبل للدم والتأكد من توافق الدم هذا، وتوجد عوامل تؤثر على حجم الدم، وهي:

١- العوامل الفسيولوجية التي تؤدي إلى زيادة حجم الدم

أ) بعد تناول الطعام يزداد حجم الدم نتيجة زيادة امتصاص السوائل و الطعام المهضوم من الأمعاء الدقيقة إلى الدم .

ب) بعد المجهود العضلي والرياضي نتيجة زيادة نشاط الجهاز العصبي الودي وزيادة إفراز هرمون الأدرينالين adrenaline من نخاع الغدة الكظرية "الفوق كلوية" adrenal medulla.

ج) أثناء الحمل pregnancy.

د) عند وجود إنسان في الأماكن المرتفعة عن مستوى سطح البحر حيث يقل معدل ضغط الأوكسجين في الهواء الجوي وبالتالي يحدث تنشيط لخلايا JGA في الكلى لتفرز هرمون الأروثروبويتين erythropoietin الذي يحفز نقي العظام لزيادة تكوين خلايا الدم الحمراء ويظهر هذا التأثير في خلال ٢-٣ أيام. وبالتالي زيادة قدرة الدم على حمل الأوكسجين إلى الخلايا.

٢- العوامل الفسيولوجية التي تؤدي إلى نقص حجم الدم

أ) الصيام عن الطعام.

ب) الوقوف لفترات طويلة وأثناء النوم.

ج) أثناء الدورة الشهرية في الإناث.

٣- العوامل المرضية التي تؤدي إلى زيادة حجم الدم

أ) زيادة عدد كريات الدم الحمراء (احمرار الدم) polycythemia .

ب) سرطان الدم (ابيضاض الدم) leukaemia .

ج) تليف الكبد Liver cirrhosis .

٤- العوامل المرضية التي تؤدي إلى نقص حجم الدم

أ) فقر الدم أو الأنيميا Anemia بأنواعها المختلفة .

ب) التليف الدموي الحاد والمزمن في حالات أمراض الدم والحوادث.

ج) أثناء العمليات الجراحية.

د) الحروق الكبيرة.

هـ) الجفاف dehydration يؤدي إلى نقص السوائل في الجسم وبالتالي نقص حجم الدم ويحدث الجفاف نتيجة حدوث الإسهال والقيء المستمر خصوصا في الأطفال مما يسبب ارتفاع نسبة الوفيات في الأطفال في الأعمار الصغيرة.

ثانياً: الأس الهيدروجيني للدم أو البلازما (PH)

إن تحديد PH هو التعبير عن مستوى أو تركيز شوارد الهيدروجين في الدم والخلايا. هو يعني اللوغاريتم السلي لتتركيز شوارد الهيدروجين أي أن $PH = 7$ للماء هي درجة متعادلة و لكن الدم سائل قلوي ضعيف $PH = 7.4$ (في الدم الشرياني) أي أن PH تعادل اللوغاريتم السلي ل 0.00004 . و حوالي $(PH = 7.3)$ في الدم الوريدي حيث يقل في الدم الوريدي نتيجة إضافة الأحماض ونواتج عمليات استقلاب الغذاء Metabolism أي تزداد حموضة الدم بزيادة الأحماض.

يجب أن يبقى الأس الهيدروجيني للدم ثابتا بواسطة كوابح أو دوازيء Buffer البيكربونات والفوسفات وبروتين البلازما Plasma proteins . وذلك لكي يظل التوازن الحمضي القلوي للدم والأنسجة المختلفة في حالة فسيولوجية تسمح لخلايا الجسم بأداء الوظائف الطبيعية لها.

إن نقص الأس الهيدروجيني بمعدل وحدة من سبعة إلى ستة يمثل زيادة في شوارد الهيدروجين تعادل عشرة أضعاف.

ثالثاً: درجة اللزوجة Viscosity

الدم سائل لزج وتساوي درجة لزوجه ٤-٦ مرات مثل درجة لزوجة الماء ولكن البلازما تعادل حوالي ١,٦. وتمثل هذه اللزوجة عاملا هاما للحفاظ علي ضغط الدم في

الشرايين وبالتالي وصول الدم إلى الخلايا والأنسجة المختلفة. وترجع لزوجة الدم إلى مستوى بروتين البلازما وخلايا الدم الحمراء .

رابعاً: الكثافة النوعية specific gravity

كثافة الدم النوعية تعادل ١.٠٩٠ وهي تعتمد على كمية الهيموجلوبين في كريات الدم الحمراء ومستوى بروتين البلازما.

خامساً: حجم الدم المضغوط أو الهيماتوكريت

Packed cell volume PCV Hematocrit Or value

هو عبارة عن نسبة خلايا الدم الحمراء المكندسة في قاع أنبوبة وينتروب Wintrobe tube في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم.

وهي حوالي ٤٠٪ PCV خلايا الدم الحمراء وحوالي ٦٠٪ بلازما الدم ، وتتأثر بنسبة بلازما الدم وبعدهد خلايا الدم الحمراء ويمكن قياسها في المعمل " انظر الجزء العملي".

ويزداد معدل PCV٪ بزيادة عدد كريات الدم الحمراء أو بنقص بلازما الدم في حالة الحروق ويقل نتيجة حدوث فقر الدم أو زيادة نقل السوائل إلى الجسم بعد التريفة.

الأهمية الفسيولوجية لتقدير PCV

ترجع الأهمية الفسيولوجية لحجم الدم المضغوط في تشخيص فقر الدم ، ومعرفة حجم الدم الكلي وتشخيص حالات الجفاف في الأطفال ومعرفة مدى استجابة الطفل للعلاج بالمحاليل الفسيولوجية.

سادساً: سرعة ترسيب الدم أو معدل ترسيب كريات الدم الحمراء

Erthyrocytes sedimentation rate (ESR)

تقاس سرعة ترسيب الدم بمقدار طبقة البلازما الواضحة في أنبوبة وسترجرين بالمليمتر / ساعة ويمكن قياسها " انظر الجزء العملي " ، تقدر بحوالي ٨ ملليمتر / ساعة في الذكور، ٤-١٠ ملليمتر الإناث وتزداد سرعة الترسيب في الإناث في حالة الدورة الشهرية إلى حوالي ١٥ ملليمتر وتصل إلى ٣٥ ملليمتر / ساعة أثناء الحمل.

باستخدام أنابيب وسترجرين أو أنابيب سرعة الترسيب وعينات الدم المضاف إليها مانع التخثر (سترات الصوديوم ٣,٨ ٪) بمعدل ١:٤ يمكن قياس سرعة ترسيب الدم بعد ساعة من سحب الدم بواسطة أنابيب سرعة الترسيب ووضعها في الحامل في وضع رأسي وأخذ القراءة الأولى بعد ساعة بقياس طول عمود البلازما بالمليمتر وأخذ القراءة الثانية بعد ساعتين.

وتستخدم سرعة الترسيب في متابعة الحالات المرضية وليس في تشخيص الأمراض حيث تزداد سرعة الترسيب في عدة حالات مرضية.

العوامل التي تؤدي إلى زيادة سرعة الترسيب للدم

هناك عدة عوامل تؤدي إلى زيادة سرعة الترسيب مثل:

- ١- نقص عدد كريات الدم الحمراء (الأنيميا بأنواعها المختلفة).
- ٢- زيادة درجة الحرارة.
- ٣- الجنس حيث تزيد في الإناث عن الذكور.
- ٤- الحالات المرضية التي تؤثر على سرعة الترسيب هي (الروماتيزم، الدرن أو السل، فقر الدم الخبيث والأورام).

مكونات الدم

Blood composition

يتكون الدم من خلايا دموية بنسبة ٤٠٪ وهي كريات الدم الحمراء وكريات الدم البيضاء والصفائح الدموية ، بلازما الدم بنسبة ٦٠٪.

أولاً: بلازما الدم Blood Plasma

وهي عبارة عن سائل أصفر اللون يمثل حوالي ٥٥-٦٠٪ من الدم. ويرجع لون البلازما لوجود صبغات الصفراء (البليرويين bilirubin والبليفيردين biliverdin) وتحتوي بلازما الدم على:

١- الماء ٩٠٪.

٢- مواد صلبة ١٠٪: وتنقسم إلى مواد عضوية بنسبة ٩٪ ومواد غير عضوية بنسبة ١٪ وهي "أملاح الصوديوم، البوتاسيوم، والكالسيوم، والفوسفور، والمغنسيوم، وغيرها".

٣- غازات الأوكسجين، وثاني أكسيد الكربون.

المواد العضوية المكونة للدم ٩٪ ويمثل بروتين البلازما منها حوالي ٧٪ وهي الألبومين albumin وجلوبيولين globulin وفيرينوجين fibrinogen مولد الفيرين. وحوالي ٢٪ مواد عضوية غير البروتين وتشمل "البولة- حمض البول - الطعام المهضوم، الهرمونات والأنزيمات، الفيتامينات وعوامل تخثر الدم.

بروتين البلازما plasma protein

ويمثل حوالي ٧ جم / ١٠٠ سم بلازما وتتكون في الكبد أساسا ولكن الجاما جلوبيولين تتكون في الطحال والعقد الليمفاوية.

أنواع بروتينات البلازما plasma proteins

١- الألبومين Albumin ٣,٥ - ٥ جم % .

٢- الجلوبيولين Globulin ٢,٥ - ٣,٥ جم % .

٣- الفيبرينوجين (مولد الفيرين) Fibrinogen.

أماكن التكوين: تتكون كل بروتينات البلازما في الكبد فيما عدا البروتينات المناعية (جاما جلوبيولين) التي تتكون في الأنسجة الليمفاوية .

وظائف بروتينات البلازما

١- الألبومين أو الزلال albumin

- أ) مسؤول عن الحفاظ على ضغط الدم الغروي مما يؤثر على سرعة دوران الدم.
- ب) تعمل على نقل الهرمونات الاسترويدية (ذات أصل دهني) و البيلي روبين والدهون وبعض المعادن مثل الكالسيوم ، الفسفور.
- ج) يلعب دوراً مهماً في تنظيم الأس الهيدروجيني للدم.
- د) يساهم في نقل ثاني أكسيد الكربون من الأنسجة إلى الرئتين.
- هـ) نقص الألبومين في حالات أمراض الكبد مثل " تليف الكبد " أو حالات الفشل الكلوي يؤدي إلى نقص نسبة الألبومين في الدم وبالتالي نقص في الضغط الأسموزي الذي يعقبه خلل في توازن السوائل بين الدم والأنسجة يؤدي إلى زيادة في مستوى السوائل في الأنسجة نتيجة الخلل في تبادل السوائل بين الدم والأنسجة ويحدث ما يطلق عليه أودوما " odema أو الخرب ".

٢- الجلوبيولين globulin

- يتكون من ثلاث أنواع هي ألفا ، بيتا ، جاما ، جلوبيولين. وظائف a, B:
- أ) الالتصاق بالهرمونات والمساعدة على نقلها في الدم بصورة ذائبة خصوصاً هرمونات الغدة الدرقية و الكظرية و الغدد التناسلية.

- (ب) يحمل الجلوبيولين الحديد والنحاس وبعض الدهون.
- (ج) يمثل الجاما جلوبيولين أجسام الضد في "المناعة الدوارة" التي يكونها الجهاز المناعي للدفاع عن الجسم ضد الميكروبات والجراثيم.
- وهناك أربعة أنواع من الجلوبيولين:
- (أ) الكينينوجين Kininogen: هو نوع من ألفا وهو مصدر مادة منشطة تسمى kallidin الكاليدين، البرادي كينين bradykinin وهي مواد موسعة للشرابين والشعيرات الدموية vasodilator.
- (ب) الأنجيوتنسينوجين Angiotensinogen: من نوع (a 2) هو مسؤول عن الحفاظ على ضغط الدم الشرياني ABP ثابتاً والذي يتحول إلى الأنجيوتنسين I بواسطة أنزيم الرنين الذي يفرز من الكلي تحت تأثير انخفاض ضغط الدم. الذي يتحول إلى أنجيوتنسين II بواسطة أنزيمات محولة تفرز من الرئتين converting enzymes يسبب الأنجيوتنسين Angiotensin II زيادة في ضغط الدم نتيجة حدوث ضيق في الشرايين. كما يعمل على تحفيز إفراز هرمون الألدوستيرون Aldosterone H. من قشرة الغدة الكظرية. ويعمل هرمون الألدوستيرون على إعادة امتصاص الماء وأملاح الصوديوم من الكلى وبالتالي زيادة حجم بلازما الدم وحجم الدم وإعادة ضغط الدم إلى مستواه الطبيعي.
- (ج) البلازمينوجين Plasminogen: يتحول إلى بلازمين نشط يقوم بتحليل الخثرة fibrinolysis بعد تكونها وبالتالي يمنع تكون الجلطات داخل الأوعية الدموية.
- (د) الجهاز المتمم Complement system: يساعد على إتمام عملية المناعة وهذه العناصر يتم تنشيطها بالتتابع وتعمل على مساعدة الجهاز المناعي في مقاومة الجراثيم.
- وهي ١١ بروتين تسمى C1 - C9 , B , D.

وظائف أخرى لبروتينات البلازما

١- حفظ درجة لزوجة الدم الطبيعية وبالتالي تساعد على حفظ معدل ضغط الدم ثابت.

٢- يتحول بروتين البلازما أثناء الجوع إلى بروتين الأنسجة.

الحالات التي تؤدي إلى نقص بروتين البلازما

١- يحدث انخفاض في بروتين البلازما نتيجة الإزالة الجزئية للكبد.

٢- أمراض الكبد مثل تليف الكبد، وتسمم الكبد.

٣- أمراض الكلى حيث يفرز البروتين في حالة الفشل الكلوي وخاصة الألبومين في البول مما يؤدي إلى نقص مستواها في الدم.

ثانياً: خلايا الدم Blood Cells

وتتكون خلايا الدم من كريات الدم الحمراء RBCs وكريات الدم البيضاء WBCs والصفائح الدموية Thrombocytes أو Blood Platelets.

١- كريات الدم الحمراء "RBCs" Erythrocytes

أ) الشكل والتركيب: وهي عبارة عن كريات على شكل أقراص مقعرة الوجهين وغير متحركة ولا تحتوي على نواة عندما تكون ناضجة في كل الثدييات ومنها الإنسان ولكنها تأخذ الشكل البيضوي في الجمال وفي الطيور يكون شكلها بيضوياً وتحتوي على نواة كبيرة.

في الإنسان يصل قطر كريات الدم الحمراء حوالي ٧ ميكرون ويصل معدل حجم الخلية الواحدة MCV حوالي ٩٠ فمتومول ويزداد هذا الحجم في حالات نقص فيتامين

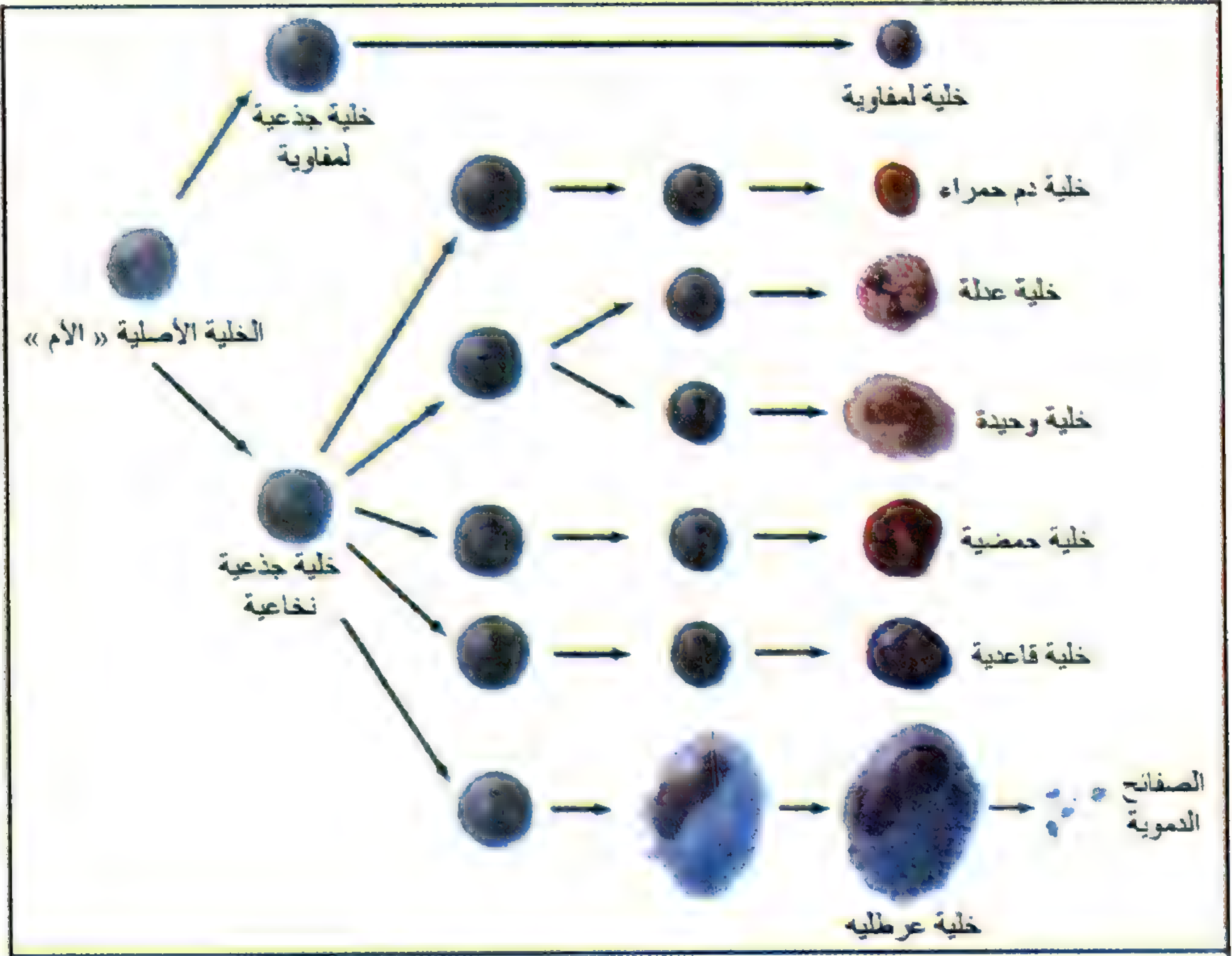
ب ١٢ وحدوث الأنيميا الخبيثة ويقل في حالات نقص عنصري الحديد والنحاس أو أنيميا سوء التغذية.

وتتكون هذه الخلايا من غشاء شبه نفاذ *membrane semipermeable* ذي مرونة معينة تساعد الخلايا على تغير شكلها أثناء تأدية وظائفها داخل شبكة الشعيرات الدموية وأيضا يساعد هذا الغشاء على حفظ محتويات الكريات وتحتوي كريات الدم الحمراء على نسبة ٦٥٪ ماء والباقي مواد صلبة وأهمها الهيموجلوبين وبعض الأملاح المعدنية وأهمها شوارد البوتاسيوم وبعض الأنزيمات أهمها الكربونيك الأنهيدريز *carbonic anhydrase*.

ب) أماكن تكوين كريات الدم الحمراء في جسم الإنسان: تتكون كريات الدم الحمراء في نخاع العظم الأحمر *Red bone marrow* في الأطفال في كل نخاع العظم ولكن في البالغين يتحول جزء من نخاع العظم في ساق العظام الطويلة إلى النخاع الأصفر حيث لا ينتج كريات الدم وفي هذه الحالة ينتج فقط في النخاع الأحمر للعظام المسطحة مثل الجمجمة والفقرات وعظمة اللوح ونهايات العظام الطويلة فقط، والضلع، (انظر الشكل رقم ٢٦).

ج) فترة حياة كريات الدم الحمراء: يقدر عمر كريات الدم بحوالي ١٢٠ يوماً في الإنسان حيث يتم تكسيرها في الدم وبعد ذلك تزال بواسطة الخلايا الشبكية البطانية الموجودة بالكبد والطحال ونخاع العظم والغدد الليمفاوية وينتج عنها صبغات الصفراء مثل بيلي روبين *bilirubin* بليفيردين *Biliverdin* حيث تفرز بواسطة الكبد في العصارة الصفراوية . التي تفرز بدورها في الاثني عشر بالأمعاء الدقيقة وتعطي لون البراز ولون

البول بعد إعادة امتصاصها من الأمعاء إلى الدم وإفرازها في البول. حيث تكمن أهميتها
الأكلينيكية في تقدير وظائف الكبد.



الشكل رقم (٢٦). يوضح تكوين خلايا الدم الحمراء والبيضاء في نخاع العظم.

(د) العوامل الفسيولوجية التي تؤثر على عدد كريات الدم الحمراء

• عوامل تؤدي إلى زيادة عدد كريات الدم الحمراء

- نقص الأكسجين نتيجة لانخفاض الضغط الجوي في الأماكن العالية
جدا مثل الجبال المرتفعة ، حيث يفرز هرمون ارثروبيوتين ويخرج من
الكلى وينشط نخاع العظم ويزداد إنتاج كريات الدم الحمراء .

- زيادة إفراز هرمون الأدرينالين أثناء التوتر والانفعال والذي يفرز من لب الكظرية يؤدي إلى زيادة عدد الكريات الحمراء وتدافعها من الطحال من الدم المخزون.

- التمارين الرياضية تنشط أيضا إفراز هرمون الأدرينالين.

- يزداد عدد كريات الدم الحمراء عند الجنين حيث تعتبر مصدراً للحديد في الطفل بعد الولادة لتعويض نقص الحديد في لبن الأم.

● عوامل تؤدي إلى نقص عدد كريات الدم الحمراء

- أثناء النوم ينخفض العدد.

- التعرض للبرد.

- زيادة العمر حيث يكون العدد أكبر في الأطفال عن البالغين.

- في الإناث حيث يقل عدد كريات الدم عن الذكور.

هـ) وظائف كريات الدم الحمراء Functions of RBCs

● وظائف غشاء الخلية وهو غشاء مرن ويساعد الخلية أو الكرية الدم على

تغيير شكلها أثناء مرورها من خلال الشعيرات الدموية أثناء تأدية وظائفها.

● يحافظ غشاء الخلية على مكونات كريات الدم من الاختلاط بمحتويات

الدم ويحفظ بداخلها الهيموجلوبين ، البوتاسيوم وإنزيم كربونيك الأنهيدراز carbonic anhydrase.

● الغشاء مقعر الوجهين وهذا يعطي مساحة أكبر لسطح الكرية حيث

تساعد على تبادل الغازات (CO₂ & O₂).

● وظائف المحتويات : يقوم الهيموجلوبين Hemoglobin بحمل الأكسجين

من الهواء الموجود بالرئتين ليكون أكسي هيموجلوبين حيث تحدث له عملية أكسجة

" تبقى الحديد في صورة حديدوز Ferrous حيث يمد الأنسجة المختلفة بالأكسجين اللازم لإطلاق الطاقة أثناء عملية استقلاب الغذاء.

• يساعد إنزيم كربونيك الأنهيدريز في حمل ثاني أكسيد الكربون وتكوين حامض الكربونيك وبالتالي نقل ثاني أكسيد الكربون الناتج من عملية استقلاب الغذاء إلى الرئتين.

• يقدر الهيموجلوبين في دم الرجل بحوالي ١٤-١٦ جم/١.٠ ملليمتر دم بينما في المرأة يقدر بحوالي ١٣-١٤ جم/١.٠ ملليمتر دم.

(و) العوامل التي تؤثر على تكوين كريات الدم الحمراء

• الهرمون المكون للكريات الحمراء أو هرمون الأروثروبوتين:

- يفرز هذا الهرمون نتيجة نقص الأوكسجين.
- يفرز من خلايا مسنجايل وتوجد في الجهاز المجاور للكبيبة في الكلي JGA . ويفرز من خلايا كوبفر في الكبد.
- يؤدي هذا الهرمون إلى زيادة عدد كريات الدم الحمراء نتيجة تنشيط عملية انشطار الخلايا الأم " الخلايا الجذعية Stem cells " في نخاع العظم الأحمر Red Bone marrow.

• هرمونات أخرى تعمل على تنشيط العمليات الاستقلابية في الجسم:

- هرمون الذكورة " التستوسترون Testosterone . ويفرز من الخصية في الذكور.
- هرمونات الغدة الدرقية Thyroid Hormones . وتفرز من الغدة الدرقية الموجودة في الرقبة فوق القصبة الهوائية وأسفل الحنجرة.
- هرمون الكورتيزول ويفرز من قشرة الكظر للغدة الكظرية التي توجد فوق الكلي.

- هرمون النمو يفرز من الغدة النخامية.

(ملاحظات هامة): هرمون الأنوثة Estrogen الاستروجين يعمل على تقليل امتصاص الحديد من القناة الهضمية وبالتالي نقص في معدل تكوين كريات الدم الحمراء ويلاحظ أن عدد كريات الدم الحمراء في الذكور أكثر من الإناث.

(ز) العوامل الغذائية

- البروتينات proteins لابد أن يحتوي الغذاء على الأحماض الأمينية الضرورية وغير الضرورية وتوجد في اللبن والبيض واللحم والسمك وفول الصويا.
- المعادن Minerals وتشمل الحديد والنحاس والكوبالت:

- الحديد Iron: يدخل الحديد في تكوين الخضاب أو الهيموجلوبين Hb يوجد الحديد في أغذية متنوعة سواء كانت ذات مصدر نباتي أو حيواني يمكن للإنسان الاستفادة منها إضافة إلى الأغذية التي تحتوي على الحديد

- النحاس Cu: يدخل النحاس كأحد العوامل المساعدة على تكوين الخضاب Hb يعمل النحاس بالمساعدة على وضع جزيئ الحديد داخل جزيئ الخضاب المساعدة في الأنزيمات Enzyme الضرورية لتكوين الهيموجلوبين.

- الكوبالت Co: الكوبالت ويمثل حوالي ٤٪ من تركيب فيتامين ب ١٢ أو Vit.B12 هو هام جداً لانقسام حمض RNA وأيضا انشطار الخلايا الأم " الخلايا الجذعية " من نخاع العظم الأحمر ، إنتاج خلايا

ناضجة mature RBC .

● الفيتامينات Vitamins

- فيتامين (ج) Ascorbic Acid (Vitamin C): يعمل علي توفير الحموضة اللازمة لامتصاص الحديد من الاثنى عشر أو العفج وبالتالي يسهل عملية امتصاص الحديد.
- حمض الفوليك Folic acid: هو أحد أنواع فيتامين ب المركب ويساعد على إنضاج كريات الدم الحمراء.
- فيتامين ب ١٢ أو Vitamin B12 "Extrinsic factor": يسمى أيضا العامل الخارجي. وهو من أهم الفيتامينات الخاصة بتكوين كريات الدم الحمراء، ويحتاج هذا الفيتامين عوامل داخلية تفرز من خلايا جدار المعدة وتسمى Intrinsic Factor وهي عبارة عن مادة بروتينية سكرية وتفرز تحت تأثير حمض هيدروكلوريك HCL من المعدة، ويمتص من اللفائفي ويخزن في الكبد لحين الحاجة إليه، كما يعمل على إنضاج خلايا الدم الحمراء وخروجها في صورة كاملة النضج من نخاع العظم الأحمر. ونقص فيتامين ب ١٢ ينتج عنه خروج خلايا الدم في صورة خلايا غير ناضجة ولا تستطيع هذه الخلايا حمل الأوكسجين وتحدث الأنيميا الخبيثة، يمكن علاج هذه الحالة بإعطاء المريض فيتامينات ب ١٢ ، حمض الفوليك عن طريق الفم أو بالحقن في حالات قرح المعدة ونقص العامل الداخلي اللازم للامتصاص فيتامين ب ١٢.
- (ملاحظات هامة): ١- نقص العامل الداخلي Intrinsic F من جدار المعدة في حالة قرح المعدة. ٢- نقص HCL من المعدة. ٣- نقص ب ١٢ أو Vitamin B12 يؤدي إلى حدوث أنيميا خبيثة.

ح) الخضاب أو الهيموجلوبين Hemoglobin

يمثل الخضاب حوالي ٣٤٪ من حجم كرات الدم الحمراء ويتكون الخضاب داخل كريات الدم الحمراء هو مكون من أربع مجموعات من الهيم Heme المتحد مع الجلوبين.

● عملية التكوين

- يتكون من أربع حلقات من البيرول 4 pyrrole rings .
 - يتحد البروتوبورفيرين مع الحديد Fe^{++} مكوناً مجموعة الهيم Heme .
 - يتحد الهيم مع سلسلة عديدة الببتيدات ويعطي سلسلة من الهيموجلوبين أ أو ب.
 - ويتكون الهيموجلوبين "الخضاب" من سلسلتين من أ و سلسلتين من ب .
- ويتكون جزيء الهيموجلوبين أو الخضاب داخل كرات الدم الحمراء في نخاع العظم الأحمر بالعظام الطويلة " نهاية العظمة " والعظام المفلطحة " مثل : عظم اللوح - الفقرات وعظام الحوض والجمجمة .

● وظائف الهيموجلوبين أو الخضاب

- من المعروف أن كل جزيء من الهيموجلوبين أو الخضاب يستطيع أن يحمل أربعة جزيئات من الأوكسجين وأن كل واحد جرام من الخضاب يتحد مع 1.37 مل من O_2 الأوكسجين. وكل ١٠٠/ملي (100.ml) من الدم تستطيع أن تحمل أو تتحد مع ٢٠ (20.ml) من الأوكسجين (O_2) حيث أن كل ١٠٠ ملي من الدم تحتوي على حوالي ١٤-١٥ جرام من الخضاب. ج- ويحمل الخضاب الأوكسجين ويتحول إلى نخطاب مؤكسج و ليس مؤكسد حيث إن الأكسدة الفعلية أو الحقيقية للخضاب تؤدي إلى حدوث خضاب

يسمى ميت هيموجلوبين (Met-Hb) وفيه يكون عنصر الحديد في صورة (حديدك Fe^{++}) وليس (حديدوز) (Fe^{++}). يحدث ذلك نتيجة تعرض الدم والخضاب إلى عوامل مؤكسدة مثل النترات والنيكوتن و الكلورات وغيرها من المواد المؤكسدة للحديد. وفي الجدول رقم (١١) مقارنة بين خضاب كرات الدم الحمراء وخضاب العضلات.

الجدول رقم (١١). مقارنة بين خضاب كرات الدم الحمراء وخضاب العضلات.

خضاب العضلات Myoglobin	هيموجلوبين خضاب كريات الدم الحمراء Hemoglobin
يوجد في العضلات المخططة الحمراء منها	١- يوجد داخل كريات الدم الحمراء فقط
٢- يتكون سلسلة واحدة عديدة الببتيدات مع الهيم.	٢- يتكون من ٤ سلاسل عديدة الببتيدات مرتبطة مع الهيم.
يحمل الأوكسجين فقط للعضلات ويعتبر مخزناً للأوكسجين في العضلات فقط.	٣- يحمل الأوكسجين في صورة أوكس هيموجلوبين إلى جميع أنسجة الجسم

● تحليل الخضاب Fate of Hb

- بعد انتهاء عمر خلايا الدم الحمراء بعد حوالي ١٢٠ يوماً يتم تكسر وتحلل الخضاب Hb بواسطة الجهاز الشبكي RES (مثل الطحال (spleen))
- يفرز البيلي روبن بواسطة الكبد في الاثني عشر في الأمعاء الدقيقة. ويحدث أكسدة للبيلي روبن بفعل البكتريا في الأمعاء إلى يوربليوجين الذي يمتص إلى الدم ويفرز من الكلي مع البول ويعطي لون

البول. ويحدث أيضا أكسدة لليوريلينوجين أو (استر كوبيلين) في الأمعاء
و يعطي لون البراز، انظر الشكل رقم (٢٧).



الشكل رقم (٢٧). يمثل تحليل الخضاب (الهيموجلوبين) وتكوين صبغات الصفراء في الكبد.

● أشكال مرضية من الخضاب Abnormal forms of hemoglobin

- ميت هيموجلوبين Met hemoglobin: يحدث نتيجة تحول الحديد في جزيء الخضاب من صورة الحديدوز "طبيعي" إلى صورة الحديديك بواسطة العوامل المؤكسدة ويتكون خضاب مؤكسد نتيجة التعرض إلى النترات Nitrates، في هذه الحالة يفقد الخضاب القدرة على حمل أو نقل الأوكسجين.
- كاربوكسي هيموجلوبين Carboxy Hb: يحدث نتيجة اتحاد الخضاب مع (Co) أول أكسيد الكربون وهذا اتحاد قوي وغير قابل للتفكك.

نلاحظ أن قدرة اتحاد Co مع الهيموجلوبين Hb تزيد عن قدرة اتحاده مع O₂ بنسبة ٢٠٠ مرة. وهذا يؤدي إلى عدم وصول الأوكسجين إلى خلايا الجسم ويحدث نقص التأكسج الأنيمي Anemic hypoxia و تحول لون المصاب إلى الأحمر القاني وتحدث الوفاة .

- كبريتات الخضاب Suph-Hb: نتيجة اتحاد Hb مع غاز ثاني أكسيد الكبريت المتكون داخل الأمعاء:

- الأنيميا المنجلية - Sickel Cell anemia: المتحد مع O₂ غير قابل للدوبان في الماء . ويتحول شكله وتأخذ الخلايا شكل المنجل وتصبح سهلة التحلل وتؤدي إلى الوفاة في حالة الإصابة به ولكن حامل المرض لا يتأثر كثيراً

ط استقلاب الحديد Iron metabolism

• يوجد عنصر الحديد في أنسجة الحيوان كلها تقريباً فيما عدا اللبن الذي ينقص فيه عنصر الحديد.

• يمتص الحديد من الجزء العلوي " العفج " من القناة الهضمية. يساعد حمض المعدة أو Hcl على امتصاص الحديد وأيضا Vit.C

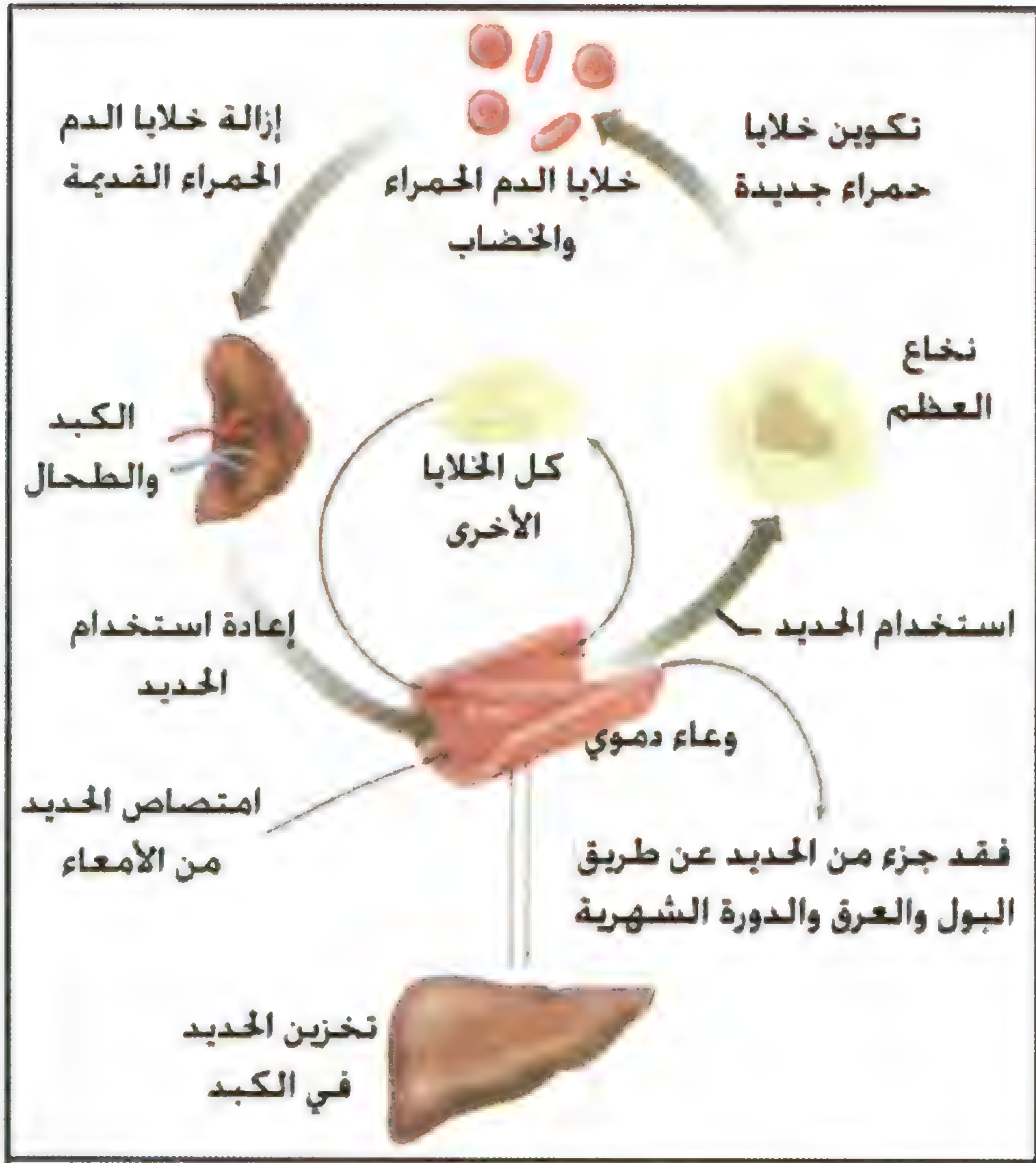


• يتحد الحديدوز Fe مع Apofertin في القناة الهضمية " الخلايا المبطنة للأمعاء".

• ويتحول إلى Feritin وتخزن في هذه الصورة في خلايا الأمعاء (الشكل

رقم (٢٨).





الشكل رقم (٢٨). يوضح كيفية امتصاص وأيض الحديد في الجسم.

(ي) الأنيميا Anemia

- نقص في عدد كريات الدم الحمراء أو نقص في محتواها من Hb أو كليهما معاً.

- ينتج عنها قلة معدل انتقال O_2 من الدم إلى الأنسجة بالتالي نقص الكفاءة ، عدم قدرة الإنسان على بذل مجهود بدني.

• أنواع الأنيميا

- أنيميا نتيجة فقد الدم haemorrhagic anemia تحت في حالة الترييف والحوادث.
- إنيميا تحلل كريات الدم الحمراء:
 - ♦ الأمراض التي تصيب كريات الدم الحمراء . مثال طفيل الملاريا.
 - ♦ مواد كيميائية تسبب تحلل كرات الدم الحمراء. الرصاص.
 - ♦ زيادة هشاشة كرات الدم الحمراء.
- أنيميا عجز نخاع العظام عن إنتاج الدم.

• Nutritional Anaemia

- أنيميا غذائية تنتج عن نقص البروتين والحديد والنحاس في غذاء الإنسان وتسمى أيضا microcytic Anaemia لصغر حجم كريات الدم. hypochromic يقل حجم الهيموجلوبين أو الخضاب في هذا النوع يقل معدل معاملات الدم وتصبح أقل من الطبيعي.

• Pernicious Anaemia

- أنيميا خبيثة تحدث نتيجة نقص فيتامين ب_{١٢} vit.B12 في الغذاء ولكن نقص عنصر الكوبلت يؤدي إلى ظهور أعراض الأنيميا. وأيضا نقص حمض الفوليك و يصاحب نقصه وجود أعراض عصبية على

الإنسان نتيجة تآكل في أعصاب الحبل الشوكي. من خصائص

الأنيميا الخبيثة يحدث فيها زيادة في MCV- MCH- MCHC.

● أعراض الأنيميا symptoms of Anaemia

- اللون شاحب والأنسجة المخاطية شاحبة.
- الشعر جاف وخشن
- زيادة عدد ضربات القلب وزيادة معدل التنفس لمحاولة توصيل أكبر كمية من O₂ إلى الأنسجة.
- نقص معدل النمو في الأطفال.
- انخفاض معدل إنتاج الإنسان والتعب من أقل مجهود

ثالثاً: خلايا الدم البيضاء white blood cells

خلايا أو كريات الدم البيضاء هي النوع الثاني من خلايا الدم وهي المسؤولة عن الدفاع عن الجسم ضد البكتيريا والفيروسات، وأنواع خلايا الدم البيضاء (انظر الشكل رقم ٢٩، والجدول رقم ١٢، ورقم ١٣):

١- خلايا حبيبية Granulocytes

أ) خلايا عدلة Neutrophils.

ب) خلايا قعدة Basophils.

ج) خلايا حمضة Esinophils.

٢- خلايا غير محبة Non granulocytes

أ) خلايا الليمفاوية lymphocytes.

ب) خلايا الوحيدة monocytes.



الشكل رقم (٢٩). أنواع خلايا الدم البيضاء.

الجدول رقم (١٢). مقارنة بين كرات الدم الحمراء - كرات الدم البيضاء.

كرات الدم البيضاء WBCs	كرات الدم الحمراء RBCs	
تعد بالآلاف وتتراوح بين ألف - 4	يمكن عدد كرات الدم الحمراء بالملايين	العدد الكلي
11 خلية / مم ³ Cumm3	الخلايا في الملمتر المكعب cumm	
	وتتراوح بين 4-6 mill مليون / مم ³	
بها أنوية وحيدة أو عديدة الفصوص	لا توجد بها نواة في الإنسان	النواة
توجد بها حبيبات في النوع المحبب منها	لا توجد بها حبيبات	الحبيبات
تتحرك بواسطة الحركة الأميبية	لا تتحرك	الحركة
لا تحتوي على خضاب	يوجد بها خضاب " هيموجلوبين "	الخضاب HB
فترة قصيرة تصل من ساعات إلى عدة أيام	فترة طويلة قد تصل إلى ١٢٠ يوماً	فترة العمر
١- الدفاع عن الجسم ضد الأمراض والميكروبات.	١- وظيفة تنفسية حيث تحمل الأوكسجين من الرئتين إلى جميع خلايا وأعضاء الجسم في صورة أوكسي هيموجلوبين " خضاب مؤكسج.	
٢- المناعة الخلوية والمناعة الدوارة.	٢- تنقل ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء الناتج من عمليات الاستقلاب في الأنسجة إلى الرئتين .	الوظيفة
٣- البلعمة phagocytosis		
٤- تزداد أثناء الالتهابات الحادة والمزمنة - والحساسية والربو والطفيليات.	٥- تفرز الهيبارين والهستامين والستروثين.	

الجدول رقم (١٣). خصائص خلايا الدم البيضاء وأنواعها ووظيفتها.

(٢) خلايا غير محبة Agranulocytes		(١) الخلايا الحبيبية Granulocytes			
أ- الخلايا العدلة	أ- الخلايا الليمفاوية	أ- الخلايا القعدة	أ- الخلايا الحمضية	أ- الخلايا العدلة	
Neutrophil Microphages	Lymphocytes	Basophil	Acidophil Or Eosinophil	Monocytes (Macrophag es)	
(١) منشأ الخلايا أو مكان التكوين	نخاع العظم B.M.	نخاع العظم الطويلة Bone marrow B.M.	نخاع العظم الطويلة B.M.	نخاع العظم الطويلة	
النسب المتوية	60%	4%	0.5%	30%	5%
فترة العمر	٦ ساعات	12-8 يوم	12-10 يوم	عدة ساعات - عدة أيام	10 ساعات
الشكل - النواة	عديدة النواة أكثر ٣-٥ فص	٢ فص	٢ فص	نواة قرصية كبيرة	نواة كلوية الشكل
الوظيفة	١- خلايا متحركة. تفرز انظيمات هاضمة ومواد مؤكسدة. ٢- لها قدرة كبيرة على البلعمة ٣- تفرز مواد تساعد على التئام الجروح. ٤- تزداد في حالة الالتهابات الحادة	١- قدرة ضعيفة على البلعمة. ٢- تكافح العدوى الطفيلية وتجذب إلى الطفيل وتلتصق به. ٣- تزيد في حالات الحساسية Allergy	١- تفرز الهيبارين Heparin- Histamine ٢- تفرز الهستامين والسرتونين serotonin ٣- القدرة على الالتصاق مع الضد من نوع IGE ٤- الحساسية	١- مهاجر بين الدم والأنسجة. ٢- ليست أكولة وصغيرة الحجم. ٣- نوعان : B- cells T-cells ٤- مسئولة عن المناعة الدوارة B-cell ولكن T- cell مسئولة عن المناعة الخلوية. والطحال - نخاع العظم.	١- مهاجر وتتحرك إلى الأنسجة حيث تتحول إلى خلايا كبيرة جداً تسمى الأكولة الكبيرة في الكبد - الرئة - الغدد الليمفاوية والطحال - نخاع العظم.

خصائص الخلايا البيضاء

- ١- الحركة الأميبية Ameboid movement: وهي من خصائص الخلايا العدلة والأكولة الكبيرة وتتحرك بواسطة اندفاع جزء من هيول الخلية إلى الأمام ثم تندفع باقي أجزاء الخلية
- ٢- الانسلال من خلال جدار الوعاء الدموي Diapedesis: تنسل الخلايا البيضاء خصوصاً الخلايا العدلة والأكولة الكبيرة " الوحيدة" من خلال جدر الشعيرات الدموية إلى الأنسجة "مكان الالتهاب"
- ٣- الانجذاب الكيميائي إلى مكان الالتهاب Chemotaxis: تفرز مواد كيميائية سواء من الأنسجة الملتهبة أو الجراثيم لها القدرة على جذب الخلايا البيضاء إلى حيث مكان الالتهاب لتقوم بوظيفة الدفاع عن الجسم.
- ٤- إفراز إنزيمات هاضمة Lipase-Lysosomes: تفرز الخلايا العدلة والأكولة والخلايا الوحيدة بعض الإنزيمات التي لها القدرة على تحليل الخلايا الميكروبية بعد عملية البلعمة "الالتهام".
- ٥- إفراز الهيبارين والهستامين Histamine-Heparin: تفرز الخلايا القاعدة " القعدة" هيبارين مانع التخثر في داخل الأوعية الدموية وأيضاً في المكان الملتهب - كما يساعد إفراز الهستامين على زيادة نفاذية الشعيرات الدموية القريبة من مكان الالتهاب وتساعد على خروج أكبر عدد من الخلايا البيضاء إلى مكان الالتهاب "الإصابة".
- ٦- البلعمة "Phagocytosis": من أهم خصائص خلايا الدم البيضاء خصوصاً الخلايا العدلة والخلايا الوحيدة حيث تقوم بالتهام الميكروبات والجراثيم من خلال مد أقدام كاذبة حول الجراثيم وتكوين حويصلات داخل الخلايا . وتقوم الخلايا العدلة بالتهام حوالي ٥-٢٥ جرثومة قبل أن تموت. وتخرج الخلايا العدلة أسرع من الخلايا

الوحيدة إلى مكان الالتهاب بواسطة خاصية الانسلال وتقوم بوظيفة البلعمة ثم تفر بعض الإنزيمات الهاضمة عليها وتحللها.

آلية حدوث الالتهاب Mechanism of Inflammation

- ١- يوجد في الجسم خمسة خطوط للدفاع ضد غزو الميكروبات وتعمل هذه الخطوط واحداً وراء الآخر. فعند حدوث التهاب في الأنسجة تخرج بعض المواد الكيميائية من الخلايا الليمفاوية تعمل على جذب الخلايا العدلة إلى Chemotaxin مكان الإصابة والتهام الجراثيم Neutrophilia وتزيد أعداد هذه الخلايا.
- ٢- تعتبر الخلايا العدلة هي خط الدفاع الأول عن الجسم ثم تأتي الخلايا الوحيدة وتمثل خط الدفاع الثاني للجسم.
- ٣- وتنفذ من خلال جدر الشعيرات الدموية إلى مكان الالتهاب بواسطة خاصية الانسلال وتحرك الخلايا العدلة بطريقة أميبية سريعة نوعاً ما عن الخلايا الوحيدة.
- ٤- تبدأ الخلايا الوحيدة بعد نفاذها من الشعيرات الدموية في الانتفاخ وتزيد في الحجم وتكبر وتحتوي على عدد كبير من الجسيمات الحالة Lysosomes والميتوكوندريا في الهيولى تصبح هذه الخلايا خلايا أكولة كبيرة Macrophages وتمثل خط الدفاع الثالث. وتوجد في الكبد والرئتين والطحال.
- ٥- يقوم نخاع العظم بإنتاج أعداد كبيرة من الخلايا الوحيدة والخلايا العدلة تذهب إلى الدم ثم تهاجر إلى الأنسجة وتمثل هذه الخاصية خط الدفاع الرابع
- ٦- تكوين أجسام الضد للميكروبات والجراثيم المهاجمة للجسم بواسطة الخلايا الليمفاوية Lymphocytes وتمثل خط الدفاع الخامس.

مواد جذابة للخلايا الأكولة أو عوامل تنظم تكوين خلايا الدم

هي عوامل تعمل علي زيادة إنتاج وتنشيط تكوين خلايا الدم البيضاء وزيادة

المناعة:

- ١- عامل نخر الأورام Tumour necrosis factor -
- ٢- الانترولوكين 1- Inter leukin : يفرز من الخلايا الأكولة والليمفاوية والخلايا البطانية ويعمل علي زيادة عدد خلايا الدم الحمراء والخلايا العدة والحمضة والوحيدة وخلايا ميغا.
- ٣- الانترولوكين ٣ IL3: يفرز من خلايا T-Cell ويؤدي إلى زيادة كل خلايا الدم الحمراء والبيضاء ماعدا الخلايا القاعدة.
- ٤- الانترولوكين ٤ IL4: يفرز من خلايا T-Cell وينشط تكوين الخلايا القاعدة؛ الانترولوكين ٥ IL5: يفرز من خلايا T-Cell وينشط الخلايا الحمضة؛ IL6 وتفرز من الخلايا الأكولة والليمفاوية والبطانية وتعمل تنشيط وتكوين كل خلايا الدم الحمراء والبيضاء بأنواعها المختلفة.
- ٥- Granulocytes - monocytes st.factor GN-CSF: يفرز هذا العامل من خلايا T-Cell والخلايا الليمفاوية والوحيدة والبطانية وينشط ويزيد من أعداد كل أنواع خلايا الدم الحمراء والبيضاء ماعدا الخلايا القاعدة.
- ٦- Granulocytes colony st.factor G-CSF: يفرز من الخلايا الليمفاوية والوحيدة والبطانية ويزيد وينشط الخلايا العدة.
- ٧- Monocytes colony st.factor M-CSF: يفرز هذا العامل من الخلايا الليمفاوية والوحيدة والبطانية ويزيد وينظم أعداد الخلايا الوحيدة.

الجهاز المناعي والمناعة Immune system "Immunity"

مقدمة

يوجد داخل الجسم مجموعة من الأجهزة والغدد يطلق عليها الجهاز المناعي. وهي الغدة التيموثية أو التوتة Thymus gland والطحال Spleen والجهاز الليمفاوي Lymphatic system ونخاع العظم Bone marrow والمناعة بأنواعها المختلفة Immunity. والجهاز المتمم أو المتتالي Complement system.

١ - الغدة التيموثية Thymus gland

تشبه هذه الغدة ثمرة التوت في الشكل والحجم وهي المسؤولة عن تكوين وإنتاج الخلايا الليمفاوية T-cells وتفرز هرمون Thymic hormone وهي هامة جدا في الأطفال حديثي الولادة وتقل أهميتها في البالغين.

٢ - الطحال Spleen

هو أحد أجهزة المناعة في الجسم ويوجد علي الجانب الأيسر من تجويف البطن. يقوم الطحال بتصفية الدم من الخلايا الغريبة وكذلك الخلايا الهرمة من خلايا الدم الحمراء والبيضاء وينتج أيضا خلايا دم. ويخزن الحديد.

٣ - نخاع العظم Bone marrow

وهو المسؤول عن إنتاج خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية. وينتج الخلايا الجذعية Stem cells والتي تتحول إلى العديد من الخلايا وكذلك تتحول إلى أنواع متخصصة من خلايا الدم البيضاء.

٤- المناعة Immunity

هي قدرة الجسم على مقاومة الجراثيم والدفاع عنه ضد الجراثيم التي تغزوه. ويوضح الجدول رقم (١٤) أنواع المناعة، كما يوضح الجدول رقم (١٥) مقارنة بين خلايا T-cells، وخلايا B- B cells من الخلايا الليمفاوية.

الجدول رقم (١٤). أنواع المناعة.

١- المناعة الطبيعية Innate Immunity	٢- المناعة المكتسبة Acquired Imm.
قدرة الجسم على مقاومة الجراثيم وتشمل:	المناعة المكتسبة هي نوعان وتعتمد على الخلايا الليمفاوية Lymphocytes خلايا B- ، خلايا T- T-cell -cellular Immunity B-cell -Humoral Immunity
أ- الجلد skin هو غير نفاذ لأي شيء.	١- المناعة الخلوية cellular Immunity.
ب- حمض المعدة gastric HCL له القدرة على قتل الجراثيم القادمة في الطعام.	أ- تحدث نتيجة تكوين خلايا نشطة T-cells
ج- التعرق والدموع Sweat ، Tear وباقي إفرازات الجسم " اللعاب " Saliva يقوم بقتل الجراثيم والقضاء عليها بواسطة الإنزيمات الهاضمة أو انخفاض PH	ب- تمثل معظم المقاومة ضد الفيروسات والفطريات.
د- الأغشية المخاطية mucous membrane	ج- مسؤولة عن رفض الأنسجة الغريبة عن الجسم " في حالة زراعة الأعضاء الأعضاء ".
	د- تحمي الجسم من الإصابات الفيروسية والسرطان.
	٢- المناعة الدوارة Humoral Immunity تحدث نتيجة تكوين الضد Antibodies في حالة الإصابة وتحدث بواسطة B-cells

الجدول رقم (١٥). مقارنة بين خلايا T-cells وخلايا B- B cells من الخلايا الليمفاوية.

المنشأ Origin	خلايا T-cells	خلايا B-cells
تنشأ في المراحل الجنينية الأولى في نخاع العظم وتهاجر إلى الغدة التيموسية Thymus وتفرز هذه الغدة هرموناً خاصاً "thymic H."	تهاجر إلى الكبد والطحال وتتحول إلى B-cells نسبة إلى عضو يسمى كيس فيركس Bursa of fabircius in Bird الطيور.	ويفرز في الدم ثم إلى الغدد الليمفاوية ونخاع العظم ليزيد من كفاءة خلايا T-cell . ملحوظة: إزالة الغدة التيموسية جراحياً في المراحل الجنينية يؤدي إلى نقص خطير في جهاز المناعة الخلوية T-cell.

تابع الجدول رقم (١٥).

خلايا B-cells	خلايا T-cells	الوظيفة function
هذه الخلايا مسؤولة عن المناعة الدوارة Humoral Immunity	هذه الخلايا مسؤولة عن المناعة الخلوية Cellular Immunity	
تتحول إلى خلايا بلازما Plasma وتفرز الضد في الدم مباشرة Cells Antibodies or Immunoglobins (IG) (IgG, IgA, IgM, IgD, and IgE).	١- خلايا المساعدة Helper T-cell هي الخلية المايسترو المنظمة لعملية إنتاج الضد Antibodies من خلايا البلازما Plasma cells ١- تساعد على إفراز مركبات كيميائية تسمى ليمفوكاينز Lymphokins أو انترلوكين interleukin 6-2 والخلل في وظيفتها يؤدي إلى مرض نقص المناعة المكتسبة. (AIDS)	أنواع الخلايا
خلايا ب الذاكرة: تبقى ساكنة في الغدد الليمفاوية حتى التعرض مرة ثانية إلى Antigen "المستضد" فتنتج كميات من الضد . الضد : Antibodies وظيفة Immunoglobulin ١- التراص agglutination حيث يلتصق الجسم المضاد مباشرة بالأجسام الغريبة ويتكون جسيم كبير يسهل مهاجمته بواسطة الخلايا الأكولة - الترسيب precipitation هي وسيلة لمقاومة السموم التي تفرزها الجراثيم . حيث يترسب المستضد المتحد مع الجسم المضاد ويصبحان غير قابلين للذوبان. Ag-Ab complex. ٣- التعادل neutralization تغطي الضد الأماكن الخطرة على الميكروب نفسه وتبطل مفعوله.	٢- الخلايا القاتلة Cytotoxic T-cell. - خلايا قادرة على قتل الجراثيم وأيضا بعض خلايا الأنسجة من خلال التصاقها بالخلايا الغريبة عن الجسم وإحداث فجوة في غشائها وإفراز مادة قاتلة داخلها. - تفرز مركبات كيميائية Lymphokins أو انترلوكين 2-6 interleukin - يحمي الجسم من الإصابة بالسرطان والأمراض الفيروسية " الفيروسات " viral disease ٣- الخلايا المثبطة Suppressor T cells. تقوم بعمل الدوائر لجهاز المناعة وذلك بواسطة تغذية عكسية سالبة حيث أن الخلايا المساعدة بعد أن تنبه جهاز المناعة تنبه أيضا الخلايا المثبطة وهذه بالتالي تثبط خلايا T- cells فتوقف عن تدمير الجسم. تمنع هذه الخلايا تكوين الضد لأنسجة الجسم نفسه.	

تابع الجدول رقم (١٥).

خلايا B-cells	خلايا T-cells
٤- التحلل Lysis	٤- الخلايا المنبهة Activator cells
فيها يهاجم الجسم المضاد	تقوم هذه الخلايا بتنبيه الخلايا المساعدة لكي
الميكروب نفسه ثم يحلل الغشاء	تنشط خلايا البلازما Plasma cells.
الخلوي له ويقتله.	

الأجسام المضادة Antibodies

تنتج الأجسام المضادة بواسطة كريات الدم البيضاء. وهي عبارة عن سلسلة من البروتين. وتتكون بالكبد وتوجد في الدم وهي عدة أنواع.

أهم أنواع الضد Immunoglobulin

- ١- IgG: ويمثل أعلى تركيز وهو مسؤول عن المناعة المكتسبة ويمر عبر جدار الشعيرات الدموية ويمر من خلال المشيمة إلى الجنين . ويعمل على تثبيت الجهاز المناعي.
- ٢- IgA: يفرز في إفرازات الجهاز التنفسي العلوي وكل سوائل الجسم و الغدد اللبنة والإفرازات المعوية
- ٣- IgM: لا يمر من خلال المشيمة أو عبر جدار الشعيرات الدموية وهو يمثل الضد لفصائل الدم ABO أو تكوين المضادات لفصائل الدم.
- ٤- IgD: وظائفه التعرف على المستضد بالخلايا B.
- ٥- IgE: يعمل على إفراز الهستامين من خلايا القاعدة والخلايا البدينة ويزداد في حالات الحساسية.

الجهاز المتمم Complement system

هو عبارة عن مجموعة لعناصر مكونة من حوالي ٢٠ بروتيناً معظمها إنزيمات خاملة ضمن مكونات بروتينات البلازما. وأكثر هذه العناصر فاعلية مكونة من

١١ بروتيناً تسمى C1-C9,B,D وهذه الإنزيمات يتم تنشيطها بالتتابع وتعمل على مساعدة الجهاز المناعي في مكافحة الجراثيم الغازية.

كيف يتم تنشيط هذا الجهاز ؟

الأسلوب النمطي للتنشيط

يتم تنشيط جميع هذه الأنزيمات بصورة متتابعة من خلال التغذية العكسية الموجبة Post.feed back بعد اتحاد الجسم المضاد مع المستضد المخصص له وهذه الإنزيمات تؤدي مجموعة من الوظائف.

- الطهاية opsonization
- التعادل
- التحلل
- التراص
- زيادة معدل تدفق الخلايا العدلة
- ينشط الخلايا الضادية والخلايا القعدة

الأسلوب البديل Alternate pathway

من الممكن أن ينشط الجهاز المتمم من خلال بعض المواد غير المنتجة للضد مثل: عديدات التسكر الموجودة على جدار الميكروب أو بعض المركبات غير المنتجة للأجسام المضادة والتي تتواجد في الدم فينشط عامل B, D بالتالي ينشط عامل C3 وهو مسؤول عن تنشيط باقي مكونات الجهاز المتمم.

يعتبر الجهاز البديل هو أول الأجهزة التي تنشط للدفاع عن الجسم وذلك لعدم احتياجه لاتحاد بين الضد مع المستضد ولكن يكفي وجود الميكروب نفسه لينشط الجهاز البديل حتى يتم تنبيه باقي الجهاز بعد إفراز الضد.

الأنترفيرون interferon

١- هو أحد المكونات التي تفرزها الخلايا الملتزمة وكذلك الخلايا الأكولة الكبيرة.

٢- له أهمية خاصة للدفاع عن الجسم ضد الفيروسات virus بواسطة تنشيط الخلايا الأكولة والخلايا القاتلة.

مرض نقص المناعة المكتسبة (الإيدز)

Aquired immune defficiency syndrome (AIDS)

أسباب المرض

إصابة جهاز المناعة بنوع من الفيروسات الخطيرة والتي تتكاثر داخل خلايا ت المساعدة Helper T-cell والتي تعطي الأوامر لجهاز المناعة . وتدمر جهاز المناعة ويصبح الجسم عرضة للإصابة بأي ميكروب نتيجة الخلل في الجهاز المناعي.

العوامل التي تنشط جهاز المناعة

- ١- الغذاء المتوازن نوعا وكما (الخضراوات والفواكه الطازجة والبروتينات والفيتامينات).
- ٢- البيئة الطبيعية والانسجام مع الطبيعة.

العوامل التي تثبط جهاز المناعة

- ١- التوتر والقلق النفسي.
- ٢- نقص الفيتامينات والمعادن والبروتينات.
- ٣- التدخين والمخدرات والخمور.
- ٤- التلوث الإشعاعي و التعرض للفيروسات.
- ٥- تعاطي بعض الأدوية التي تضعف المناعة مثل الكورتيزونات وسيكلوسبيرون والتي تستخدم لزراعة الأعضاء.

تخثر الدم Blood Coagulation

Hemostasis هي خاصية وقف فقد الدم من الأوعية الدموية المتهتكة . ويتم ذلك عن طريق عدة وسائل:

آلية وقف فقد الدم Mechanism of Hemostasis

١- تقليل قطر الوعاء الدموي المقطوع Vascular spasm: بواسطة خاصية انكماش الأوعية الدموية أو من خلال تأثير ضيق الأوعية عن طريق الجهاز الودي. أو عن طريق إفراز مادة قابضة للأوعية الدموية من الصفائح الدموية سيروتونين serotonin أو الثرومبوكسان $Thromboxan.A_2$

٢- سدة الصفائح الدموية Platelets plug: تحدث نتيجة تراكم أو تجمع الصفائح الدموية في مكان الجرح ويتم تنشيطها بواسطة ADP ثنائي أدينوسين الفوسفات، ثرومبوكسان A_2 الذي يفرز من الصفائح الدموية. يتم تثبيط هذه العملية بواسطة الأسبرين Aspirin أو مشتقات البروستاجلاندين Prostacyclin.

٣- تخثر الدم Blood Coagulation: يحدث تخثر الدم لحفظ الدم داخل الأوعية الدموية ومنع فقد الدم وهذه العملية تشمل تكامل الكثير من العناصر الموجودة في الدم وهي حوالي ٤٠ عنصراً فاعلاً جميعها تنتج في الكبد (Liver) ما عدا بعض العناصر. وتفرز هذه العناصر في الدم في صورة خاملة ويتم تنشيطها بطريقة متتابعة لحدوث التخثر ولذلك تسمى هذه النظرية نظرية العوامل المتتابعة التنشيط Enzyme CaseCade.

عوامل أو عناصر التخثر Coagulation factors

١- عامل I : الفيبرينوجين - أحد مكونات بروتينات البلازما

٢- عامل II: البروثرومبين: أحدمكونات Beta جلوبيولين prothrombin ويتم تحوله إلى ثرومبين نشط بواسطة منشطات البروثرومبين.

٣- عامل III الثرومبوبلاستين Thromboplastin وله مصدران إما الأنسجة المتهتكة أو من الصفائح الدموية.

٤- عامل IV الكالسيوم Ca^{++} في إزالة الكالسيوم لا يتم تخثر الدم.

٥- عامل V العامل الهش. Labile factor Proaccelerin

٦- عامل VII العامل الثابت Stable factor= proconvertin

٧- عامل VIII مضاد الهيموفيليا (أ). Antihaemophilia factor A.

٨- عامل IX عامل كرستماس Christmas factor

٩- عامل X عامل ستيوارت برور. Stuart-prower factor.

١٠- عامل XI منشط ثرومبوبلاستين البلازما Plasma thromboplastin Antecedent

١١- عامل XII عامل هاجمان Hageman Factor = عامل الالتصاق Contact F.

١٢- عامل XIII المثبت للفيرين. Fibrin stabilizing F. (FsF)

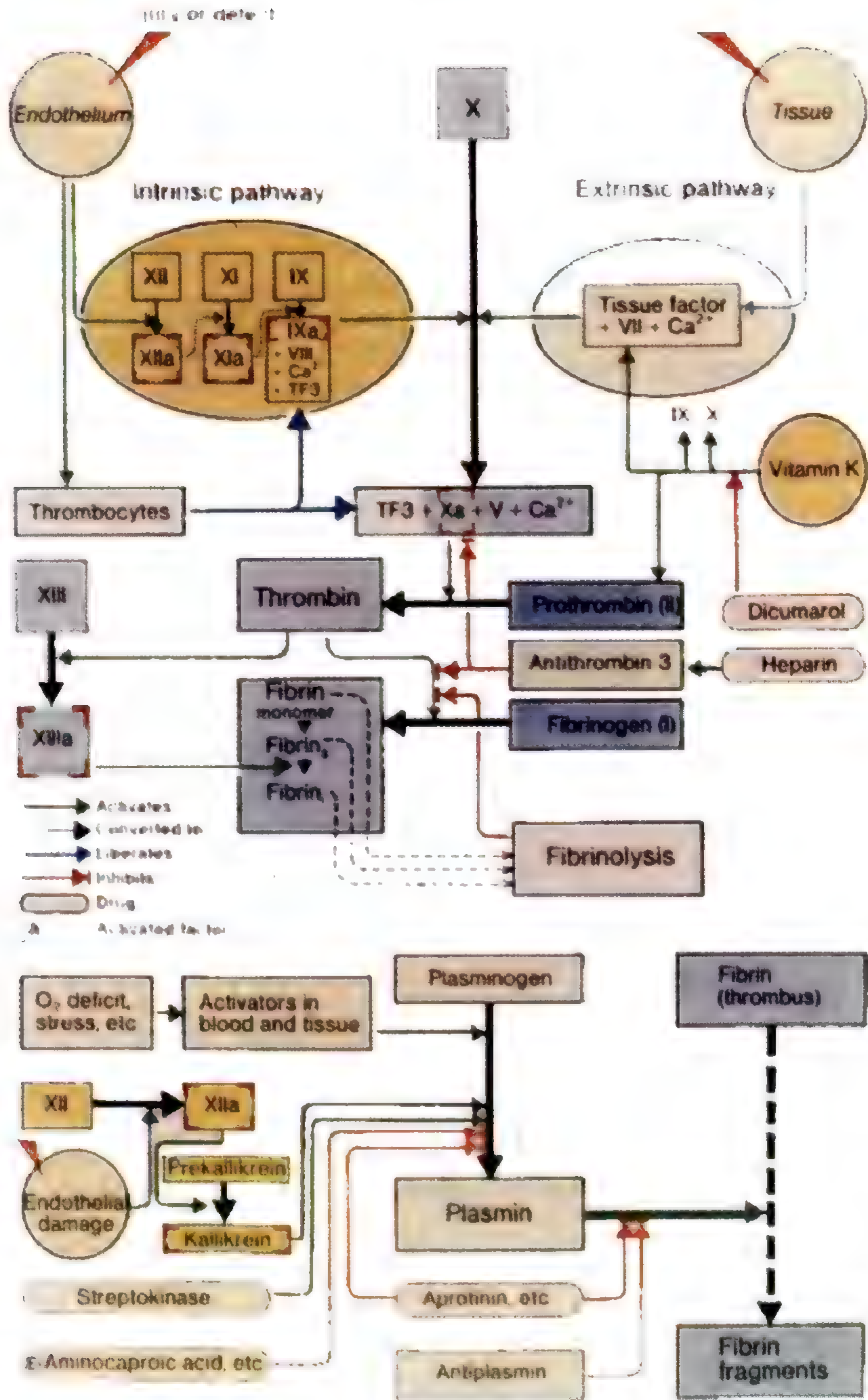
ويحدث تخثر الدم من خلال مسارين للتخثر أحدهما المسار الداخلي للتخثر والآخر المسار الخارجي للتخثر

ويتم فيها إنتاج الثرومبوبلاستين سواء من الدم أو من الأنسجة المتهتكة . ويقوم الثرومبوبلاستين بتحويل البروثرومبين " غير نشط " إلى ثرومبين " نشط " Thrombin ويقوم الثرومبين النشط بتحويل الفيرينوجين إلى فيبرين وتكون خيوط الفيرين شبكة من الألياف حيث تترسب عليها كريات الدم الحمراء وتكون الخثرة . ويوضح الجدول رقم

(١٦) آلية تخثر دم Mechanism of blood clot.

الجدول رقم (١٦). آلية تخثر الدم.

II المسار الخارجي للتخثر Extrinsic pathway	I المسار الداخلي للتخثر Intrinsic pathway
<p>١- يحدث في حالة تمزق الأنسجة وحدوث جرح في الأنسجة.</p> <p>٢- يبدأ إفراز ثرومبوبلاستين الأنسجة Tissue thromboplastin.</p> <p>٣- يبدأ من ١٠-٢٠ sec.</p> <p>٤- يبدأ بتنشيط عامل VII بواسطة خروج الثرومبوبلاستين النسيجي.</p> <p>٥- يقوم عامل VII النشط بتنشيط العامل X الخامل.</p> <p>٦- في وجود الكالسيوم، عامل V والعامل X النشط يتم تحويل البروثرومبين الخامل إلى ثرومبين نشط</p> <p>٧- يحول الثرومبين الفيبرينوجين إلى فيبرين وتحدث الخثرة .</p> <p>* ملحوظة: الاختلاف يتم فقط في الأسلوب الذي يحدث به تنشيط العامل X الخامل ولكن يحدث اتحاد في المسارين وهذه الخطوة المشتركة تحدث بتنشيط عامل X.</p>	<p>١- يحدث عن ملاصقة الدم لسطح غريب مثل أنابيب الاختبار test tube او داخل الأوعية الدموية أثناء تكوين جلطة داخل الشريان .</p> <p>٢- يحدث بدون جرح الأنسجة.</p> <p>٣- يبدأ ويتم في ٤ - ٨ دقائق.</p> <p>٤- يبدأ بتنشيط عامل XII الموجود في البلازما في صورة خاملة.</p> <p>٥- ينشط عامل XII النشط وعامل XI الخامل ويحوّله إلى عامل نشط</p> <p>٦- ينشط عامل XI النشط وعامل IX الخامل</p> <p>٧- ينشط عامل X النشط (في وجود الكالسيوم وعامل VIII) وعامل X</p> <p>٨- يكون العامل X النشط في وجود دهون فسفورية من الصفائح الدموية والكالسيوم والعامل رقم V بتحويل البروثرومبين ————— ثرومبين نشط.</p> <p>ثم يتم تحويل الفيبرينوجين إلى فيبرين بواسطة الثرومبين. وتتكون الشبكة من الفيبرين ويحدث التخثر.</p>



الشكل رقم (٣٠). يوضح خطوات تجلط الدم وتشمل المسار الداخلي والخارجي.

موانع التخثر Anticogulants

لا يتم تخثر الدم داخل الأوعية الدموية في الجسم طبيعياً لأسباب عديدة:

- ١- سرعة دوران الدم نتيجة دفع الدم في الأوعية بواسطة انقباض عضلة القلب.
- ٢- النعومة الشديدة للغشاء المبطن للأوعية الدموية.
- ٣- وجود عوامل التخثر في صورة خاملة.
- ٤- إفراز مادة الهيبارين في الدم من الخلايا القعدة.

موانع التخثر

هي مواد تعمل علي بقاء الدم في صورته السائلة وتمنع تخثر الدم سواء في الجسم الحي أو في المعمل أثناء اخذ عينات الدم للتحليل.

١- الهيبارين Heparin

ويعمل على منع تنشيط العامل X ويستخدم في المعمل In Vitro أي خارج الجسم وفي الجسم In Vivo .

٢- موانع تخثر كيميائية

مثل الأكسالات والسترات والفلورين - EDTA وتعتمد على ترسيب الكالسيوم مثل أكسالات الصوديوم ، الأمنيوم وتعتمد على الاتحاد مع الكالسيوم مثل السترات، EDTA وهذه المواد تستخدم في معامل التحليل .

٣- مانع الداى كيمارول (Dicumaral)

مادة كيميائية مصدرها النبات هي تعتمد على منافسة Vit k في الكبد وبالتالي تعمل داخل الجسم فقط In vivo وتمنع تكوين عامل التخثر II, VII, IX, X.

الأهمية الفسيولوجية لفيتامين ك (Vit k) في عملية تخثر الدم

- ١- يدخل Vit k في عملية تصنيع عوامل التخثر II, VII, IX, X Factors في الكبد.
- ٢- يلزم لتنشيط امتصاص Vit k وجود إفراز العصارة الصفراء من الكبد.

الأهمية الفسيولوجية للكالسيوم Ca^{++}

- ١- الكالسيوم عنصر اساس لمعظم خطوات التخثر .
- ٢- ترسيب الكالسيوم يمنع تخثر الدم ويظل الدم في صورة سائلة .

الصفائح الدموية Blood Platelets Thrombocytes

- ١- الشكل: أقراص دائرية أو بيضاوية صغيرة يبلغ قطرها ٢-٤ ميكرون.
- ٢- العدد: يتراوح عدد الصفائح الدموية ما بين 150×10^3 - 300 /مليمتر مكعب.
- ٣- فترة العمر: ٨-١٢ يوماً ويتم تكسيرها بواسطة الطحال عن طريق الخلايا الأكولة.
- ٤- منشأها: نخاع العظم من (الخلايا العرطلية) Megakaryocytes، وهي لا تحتوي على أنوية ولذا لا تنقسم وتنشأ من خلال التبرعم Budding.

وظائف الصفائح الدموية Blood Platelets Functions

- ١- سطحها مغطى ببروتين سكري glycoprotein يمنع التصاق الصفائح بالطبقة المخاطية المبطنة للأوعية الدموية، ولكن تلتصق بالأنسجة المتهتكة حيث تظهر

- ألياف كولاجنيه Collagen fibres وتمتد منها وتتراكم الصفائح فوق بعضها لتكون سدّة الصفائح platelet plug.
- ٢- تفرز عامل الصفائح (الثرومبوبلاستين) عند تكسيرها والذي يساعد على التخثر من خلال المسار الداخلي.
- ٣- تفرز مادة سيرتونين التي تعمل على انقباض الأوعية الدموية.
- ٤- تحتوي على إنزيمات تعمل على تخليق أحد أنواع البروستاجلاندين PGs (ثومبو كسان ٢أ) والذي يعمل على تجميع الصفائح مع بعضها البعض.
- ٥- تحتوي على عامل مثبت الألياف.
- ٦- تحتوي على عامل النمو growth factor مما يساعد على التئام الأوعية المتهتكة.
- ٧- تحتوي على المتقدرات والتي تكون ADP,ATP كمصادر للطاقة.
- ٨- تفرز أنزيمًا يسبب انكماش الخثرة والصفائح يسمى retractozyme.

انكماش الخثرة Clot Retraction

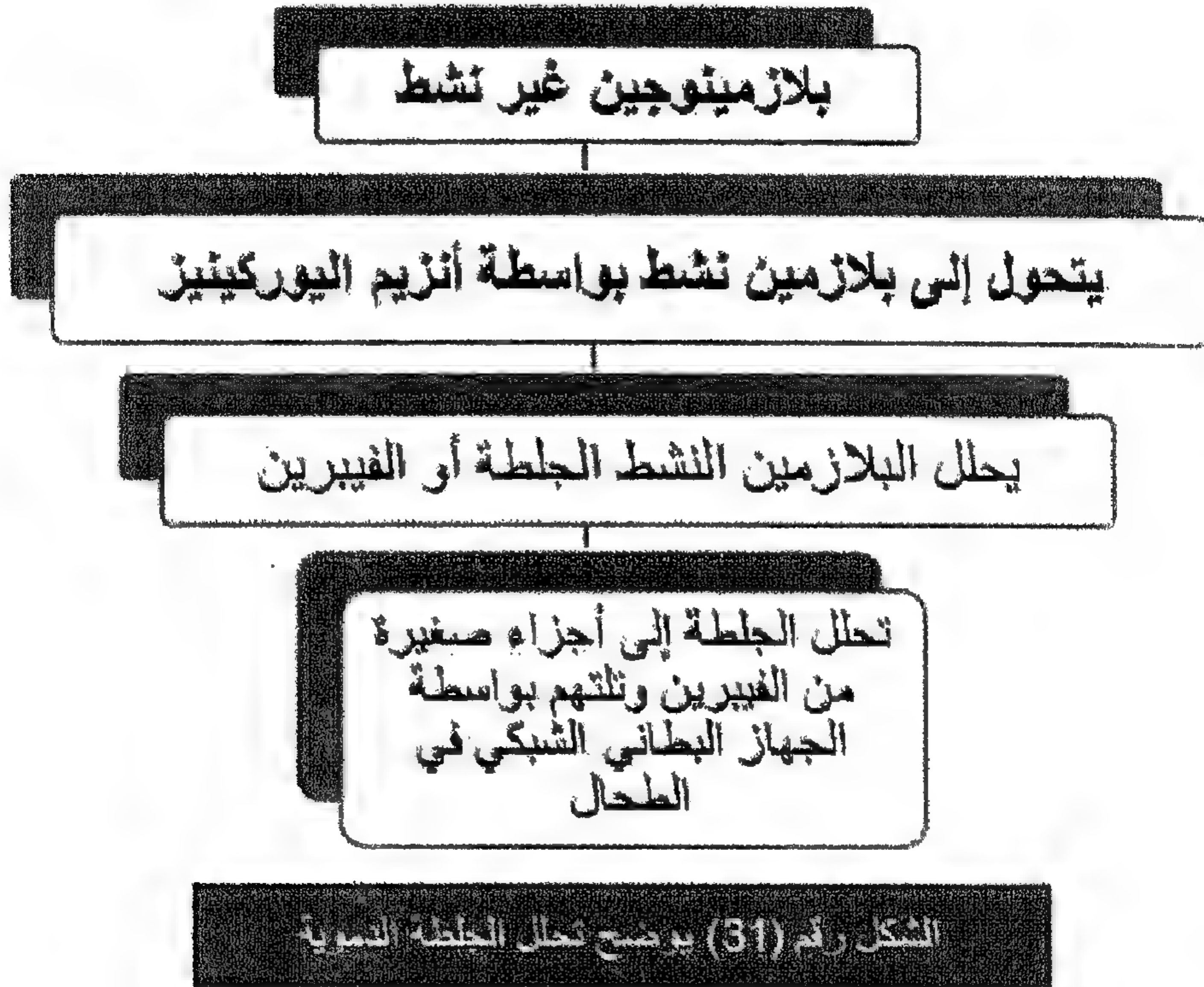
بعد دقائق من تكون الخثرة تبدأ في الانكماش ويتخلف عن ذلك خروج سائل أصفر يسمى المصل (serum)، وهي أحد وظائف الصفائح الدموية عن طريق إفراز مادة ثرومبوبلاستين وتحتاج هذه العملية إلى وجود طاقة ATP والكالسيوم ومادة Thrombosthenin.

ويساعد انكماش الخثرة على:

- ١- ثبات الخثرة في مكان قطع الوعاء الدموي.
- ٢- السماح بمرور الدم خلال الوعاء المقطوع في نفس الوقت إعادة رتق هذا الجزء.

تحلل الخثرة Fibrinolysis

يتم تحلل الخثرة بواسطة بروتين محلل Proteolytic ويوجد في صورة غير نشطة ويسمى Plasminogen بلازمينوجين ويتم تنشيطه كما في الشكل رقم (٣١).



الشكل رقم (٣١). يوضح تحلل الجلطة الدموية.

يتم إنتاج streptokinese الاستربتوكينيز لعلاج وإذابة الجلطات التي تتكون في الشرايين التاجية مما يساعد على النجاة من الأزمات القلبية.

الأهمية السريرية لتحلل الخثرة

١- استخدام حقنة T-pA لإزالة الجلطات في الشرايين التاجية والرئة.

٢- إزالة الجلطات المتكونة أثناء الدورة الشهرية في النساء.

- ٣- إعادة فتح الأوعية الدموية بعد تمام التئام الأوعية الدموية.
- ٤- يتم تحليل العوامل ، ، ، البروثرومبين و الفيبرينوجين بواسطة البلازمين. Plasmin ويتم إحباط عمل البلازمين " وقت نشاطه " بواسطة ألفا مضاد البلازمين (Antiplasmin).

أمراض تحدث نتيجة عدم التخثر

١- الهيموفيليا أ Hemophilia A

وتحدث نتيجة نقص عامل V III وتحدث في الإنسان وبعض الحيوانات خصوصاً الكلاب والخيول. وهي نتيجة عامل وراثي محمول على الصبغي (كروموسوم) ولكنها صفة متنحية ولذلك تكون الإناث حاملة للمرض ونادراً ما تصاب به ولكن يصاب به الذكور نتيجة وجود صبغ واحد فقط من نوع X فيه يحدث نزيف حاد نتيجة أقل إصابة.

خصائصها:

- ١- زيادة في زمن التخثر عن الطبيعي Coagulation time.
- ٢- زمن الترف طبيعي (Normal) bleeding time.

٢- الهيموفيليا ب Hemophilia B

تحدث نتيجة نقص عامل IX في الدم نتيجة عامل وراثي محمول على الصبغي (كروموسوم X) وهي أقل تأثير من النوع أ. كما يحدث بعض الترف.

٣) نقص الصفائح الدموية Thrombocytopenia

تعني وجود نقص شديد في إنتاج الصفائح الدموية Thrombocyts ويحدث نزيف من الشعيرات الدموية وليس من الأوعية الدموية. على شكل أنزفة تحت الجلد وتظهر

على شكل بقع وتسمى فرغرية (Purpura) ويحدث الترف إذا قلت عدد الصفائح عن ٣٠,٠٠٠/مم^٣ وتعتبر من أمراض المناعة الذاتية Autoimmunity. حيث تهاجم الضد الصفائح الدموية وتدمرها.

٣- نقص فيتامين ك Vit. K deficiency

فيتامين ك ضروري لتكوين العوامل X ، IX ، VII ، II في الكبد. وهناك بعض المواد التي تؤثر على عمل Vit. K تسمى داي كوما رول dicumarol.

مجموعات الدم Blood groups

فصائل الدم

في الإنسان هناك تقسيم لمجموعات الدم (ABO) أي حسب وجود مولد الضد على غشاء الكريات الدم الحمراء وهناك نوعان من مولدات الضد هما:

- ١- أ (A) ، ب (B) وعندما تحمل كريات الدم مولد الضد أ أو المستضد أ (Antigen A) يكون هذا الشخص فصيلته (أ) A .
- ٢- الذي يحمل المستضد ب (Antigen B) تكون مجموعة (ب) B .
- ٣- الذي يحمل كلاً من أ ، ب تكون مجموعته (أ ب) AB .
- ٤- الذي لا يحمل أي مولدات الضد أ ، ب تكون فصيلته صفر (o) ويحمل بلازما الدم الضد (ب) في الفصيلة أ ، الضد (أ) في الفصيلة (ب) وبالتالي لا يوجد الجسم المضاد مع نفس المستضد في الدم لكل شخص وإذا حدث ذلك يحدث التصاق بين المستضد وال ضد Agglutination .

Antigen A + Antibodies a ————— Agglutination

التصاق الضد a المستضد أ (A)

المستقبل العام (AB) Universail Recipient

تعتبر فصيلة AB (أ ب) مستقبلاً عاماً حيث لا تحتوي على الضد a ، b ويمكن أن يتم نقل الدم إليها من جميع فصائل الدم الأخرى.

المعطي العام (O) Universal donors

تعتبر فصيلة الدم (O) لا تحتوي على المستضد أ ، ب وبالتالي يمكن إعطاؤها جميع فصائل الدم بينما تحتوي بلازما الدم بها على الضد (a ، b) بالتالي عند نقل الدم لابد من إعطاء كميات قليلة منها حتى يتم تخفيف الضد في دم الشخص المستقبل للدم وهذه الحالة لا يحدث التصاق.

ملحوظة: قبل نقل الدم Blood transfusion لابد من أن نتأكد من أنه من نفس الفصيلة أولاً. عن طريق اختبار المستقبل والعكس بلازما دم المعطي مع كريات دم المستقبل وأخيراً لم يحدث التصاق يمكن نقل الدم بسهولة أي يكون (متوافقاً) Canpatiable بواسطة إجراء اختبار التوافق Cross Match. ويبين الجدول رقم (١٧) فصائل الدم في الإنسان.

الجدول رقم (١٧). فصائل الدم في الإنسان (According to ABO system) Human Blood groups.

الفصيلة group	النسبة	التركيب الوراثي Genotype	المستضد Antigen	الضد "البلازما" "Antibodg"
١ (أ)	40%	AA ، iOA	A	B
٢ (ب)	10%	BB ، OB	B	A
٣ (أب)	5%	AB	AB	لا يوجد ضد
٤ صفر	45%	00	لا يوجد	a ، b

عامل روس (Rhesus MonKey Factor (Rh factor)

عبارة عن بروتين خاص يوجد على كريات الدم الحمراء وذلك بنسبة 85% من الأشخاص يحملون هذا البروتين ولذلك يسمى (Rh + ve) والباقي 15% لا يحملون هذا البروتين لذلك يسمى (Rh - ve).

ملحوظة: لا يوجد ضد لهذا البروتين.

عند نقل الدم لابد أن يوضع هذا العامل في الاعتبار:

١- تظهر مشاكل مرضية نتيجة تعرض شخص Rh- إلى دم يحمل Rh+ فيكون له الضد وتبقى في دمه وإذا تعرض مرة ثانية لنقل دم +ve البروتين (Rh+VE) يحدث قراص للدم ووفاة للشخص بعد ذلك . أي لا يمكن نقل الدم من شخص موجب إلى شخص سالب RH .

٢- في حالات الحمل إذا كانت الأم تحمل عامل روس سالب وتزوجت من شخص يحمل عامل روس موجب في هذه الحالة يكون الجنين يحمل العامل الموجب.

ثم عند الولادة يتسرب جزء من دم الجنين إلى دم الأم فيتكون الضد له Antibody. وعند حدوث حمل مرة ثانية بجنين موجب العامل يحدث تراص لدم هذا الجنين . ويولد الجنين وهو يحمل علامات الصفراء نتيجة تحلل كريات الدم ويطلق على هذه الحالة أرام الحمر الجنيني Erythroblastosis fetalis وغالباً ما يتم إجهاض الجنين قبل الولادة ؟

لذلك يجب على السيدة الحامل معرفة نوع العامل Rh قبل الزواج أو الولادة وكذلك معرفة نوع العامل عند زوجها حتى يمكن تجنب حدوث مثل هذه الحالة . إذا كانت الأم سالبة العامل يجب أن تحقن عضاد الفصيلة (Anti D) خلال ٢٤ ساعة من الولادة حتى لا يحدث مشاكل للحمل الثاني بعد ذلك.

نقل الدم Blood trans fusion

الغرض من نقل الدم

- ١- استعاضة حجم الدم بعد حدوث نزيف .
- ٢- لتعويض نقص كريات الدم الحمراء في حالات الأنيميا Anaemia .
- ٣- في حالات الأمراض النزفية bleeding disease يتم نقل صفائح الدم إلى المريض .
- ٤- نقل بلازما الدم في حالات الحروق وحالات الفشل الكبدي - نقص الألبومين Hypoproteinaemia Albumin .
- ٥- نقل الأجسام المناعية الضد في حالات نقص المناعة المكتسبة (AIDS)

الاحتياطات التي يجب توافرها قبل عملية نقل الدم

- ١- لابد من إجراء اختبار التوافق بين فصيلة الدم للشخص المستقبل للدم والشخص المعطى له بواسطة Cross match test .
- ٢- يجب نقل الدم من نفس الفصيلة ونفس عامل (Rh) .
- ٣- لابد أن يكون الدم المنقول خالياً من جميع الأمراض المعدية عن طريق الدم مثل مرض الملاريا - نقص المناعة المكتسبة (AIDS) - التهاب الكبدي الوبائي ومرض الزهري .
- ٤- يجب أن ينقل الدم طازجاً ويمكن أن يتم تخزين الدم في درجة حرارة 4° درجة مئوية في فترة لا تزيد عن 12 يوماً بعد إضافة سترات صوديوم ، الدكستروز Dextrose .

خطورة نقل دم غير متوافق Dangers afincompatible blood transfusion

- ١- حدوث يرقان تحللي Haemolytic Jaundice لكرات دم المعطى في دم المستقبل .
- ٢- حدوث التصاق لكريات دم المعطى داخل الشعيرات الدموية للشخص المستقبل ويحدث آلام شديدة .
- ٣- حدوث صدمة دموية وانخفاض حاد في ضغط الدم الشرياني للمستقبل نتيجة إفراز كميات كبيرة من مادة الهستامين Histamine الموسعة للشعيرات الدموية وتحدث انخفاض في الضغط .
- ٤- حدوث حساسية - ارتفاع في درجة حرارة الجسم - وقلة إفراز البول .

الجهاز اللمفاوي

هو جزء من جهاز المناعة في الجسم ويتكون من الغدد اللمفاوية وسائل اللمف

الغدد اللمفاوية

هي غدد تنتشر في الأعضاء المختلفة .

الأوعية اللمفاوية

هي جزء من الجهاز اللمفاوي والتي تنتشر في كل الجسم مثل الأوعية الدموية ولكن الاختلاف الأساسي أن ضخ الدم في الأوعية الدموية يكون عن طريق القلب كمضخة ولكن الأوعية اللمفاوية ينساب سائل اللمف بشكل سلبي ويدفع عن طريق العضلات .

الليمف Lymph

يتكون السائل النسيجي Tissue Fluid أثناء عملية ترشيح المواد من الأوعية الدموية تحت تأثير الضغط المائي السكوني hydrostatic Pressure في الفسح بين الخلايا . ويسمى هذا السائل اللمف . عند دخوله في الأوعية الليمفاوية عائداً إلى القناة الصدرية الليمفاوية إلى الدورة الدموية مرة أخرى .

تركيب الليمف

يمثل البلازما في التركيب باستثناء احتوائه على كميات قليلة من بروتينات البلازما حوالي ٢,٦٪ بينما البلازما ما تحتوي على ٤,٨٪ .

وظائف الليمف

- ١- نقل المواد بين الخلايا والدم (حيث إن الدم ينقل الأكسجين والغذاء) إلى اللمف عن طريق الشعيرات الدموية ويحملها السائل اللمفاوي إلى الخلايا .
- ٢- يحمل اللمف من الخلايا البروتينات المصنعة فيها ونواتج الاستقلاب والمخلفات الناتجة عن العمليات الحيوية التي تتم داخل الخلايا للتخلص منها .
- ٣- نقل الدهون الممتصة من الأمعاء إلى الدورة الدموية عن طرق القناة الصدرية الليمفاوية إلى الوريد الأجوف السفلي .
- ٤- نقل فيتامين K عبر الدم إلى الكبد للمساعدة على تكوين عوامل التخثر .
- ٥- إمداد الدم بالخلايا الليمفاوية للدفاع عن الجسم .

السائل المخي النخاعي Cerebrospinal fluid Brain

هو السائل المحيط بالأنسجة الدماغية "المخ" وتمتد داخل الحبل الشوكي Spinal cord ويفرز من الضفيرة المشيمية Choroid plexuses .

الصفيرة المشيمية

عبارة عن مجموعة من الأوعية الدموية على شكل ثمرة القرنييط وتوجد في البطينات الموجودة في المخ خاصة البطينات الجانبية وكذلك البطين الثالث والرابع وتفرز بمعدل 500 مل يومياً في الإنسان ولكن هذه الكمية هي أربعة أضعاف الكمية الموجودة فعليا في الجهاز العصبي المركزي وهي حوالي (٢٠٠ - ١٥٠) مل .

آلية إفراز السائل المخي النخاعي

- ١- يمر السائل من البطينات الجانبية إلى البطين الثالث والرابع ثم عبر القناة الداخلية للحبل الشوكي بمساعدة الأهداب الموجودة على الخلايا المفرزة له .
- ٢- يتسرب السائل إلى الفراغ تحت العنكبوتي ليحيط بالدماغ والحبل الشوكي.
- ٣- يتم امتصاص السائل عبر الزغابات العنكبوتية إلى الجيوب الوريدية.
- ٤- يشكل هذا السائل ضغطاً مائياً سكونياً في الفراغات التي يملؤها ويساوي 10 ملليمتر زئبق وهو أقل من الضغط الوريدي .

تركيب السائل المخي النخاعي

- ١- يماثل تركيب البلازما ولكنه لا يتخثر . سائل مائي قلوي يحتوي على أملاح الصوديوم - الكلور - ماغنسيوم - جلوكوز - كرياتين - قليل من البوتاسيوم والبيكربونات .
- ٢- كثافته النوعية 1005-1008 .
- ٣- يحتوي على انظيم الكوبونك انهديرز وهو المسؤول عن اتحاد الماء مع ثاني أكسيد الكربون - حمض الكربونيك الذي يتأين إلى بيكربونات + هيدروجين .

حيث لا يمر البيكربونات من الحاجز الدماغى الدموى وتعادل البيكربونات الأحماض الناتجة عن نشاط الخلايا العصبية والخلايا الدبقية .

وظائف الأغشية والسائل الدماغى

- ١- حماية الدماغ والحبل الشوكى حيث تعمل كوسادة مائية ضد الصدمات.
- ٢- السائل الدماغى يقوم بوظيفته الغذاء والإخراج للجهاز العصبى حيث لا يوجد أوعية ليمفاوية .
- ٣- الحفاظ على مستوى الكهارك "الشواردات" فى الدماغ من خلال التبادل بين السائل المخى النخاعى والسائل حول الخلايا .
- ٤- نقل غازات الأكسوجين - ثاني أكسيد الكربون بسهولة .
- ٥- نقل الجلوكوز والمواد سريعة الذوبان فى الدهون عبر الحاجز الدماغى .
- ٦- يمثل الحاجز حماية ووقاية للأنسجة العصبية من المواد الضارة .
- ٧- هناك بعض العقاقير يمكن أن تمر عبر الحاجز الدماغى مثل ايرثروميسين - سلفاديازين ولكن البنسلين - الكلورنتراسيكن لا تمر من الحاجز فى حالات علاج الالتهاب السحائى Cephalitis .

الفصل الخامس

القلب والجهاز الدوري

يختص الجهاز الدوري بضخ وتوصيل كل من الدم والليمف إلى أجزاء الجسم المختلفة حيث يتم تزويدها بالمواد الغذائية التي سبق امتصاصها من الأمعاء، وإمدادها بالأكسجين اللازم لعمليات التأكسد.

وعن طريق الجهاز الدوري يتم نقل المواد المختلفة إلى مناطق الإخراج وكذا التخلص من ثاني أكسيد الكربون:

وينقسم الجهاز الدوري إلى:

١- الجهاز الدوري الدموي.

٢- الجهاز الدوري الليمفي.

١- الجهاز الدوري الدموي

ويتكون من القلب والأوعية الدموية:

القلب The Heart

وظيفة القلب هي ضخ الدم الذي يصله من الأوردة في الشرايين ويتحقق ذلك بتعاقب انقباض وانبساط عضلة القلب. ويعرف تقلص العضلة القلبية بالانقباض systole

واسترخاؤها بالانقباض diastole ولو توقف القلب عن ضخ الدم ولو لفترة قصيرة تحدث تغيرات مهمة سرعان ما تؤدي إلى الوفاة .

ويزن قلب الإنسان حوالي ٣٥٠ جم ، ويقدر حجم قلب الشخص البالغ بحجم قبضة اليد ، والقلب عضو عضلي أجوف يوجد في منتصف الصدر بين الرئتين وخلف عظم القص . وتكون عضلة القلب السميكة myocardium الجزء الرئيس من جدار القلب . ويطن السطح الداخلي لهذه العضلة طبقة رقيقة من خلايا ظهارية ، تشبه الطبقة التي تبطن تجاويف الأوعية الدموية ، تسمى الشغاف ويوجد على السطح الخارجي لعضلة القلب غشاء رقيق مصلي ينطوي على نفسه ليكون غشاء آخر يغلف القلب من الخارج يسمى التامور pericardium ويوجد بين الغشاء بين المصليين تجويف ممتلئ بسائل . ويعمل هذا السائل على ترطيب سطح القلب . كما يساعد القلب على الحركة بحرية وبأقل احتكاك ممكن عند انقباضه وانبساطه .

وتتألف عضلة القلب myocardium من ألياف عضلية قلبية مرتبة في عدة طبقات وتكون هذه الألياف جدران الأذنين والبطينين ، كما تكون الحاجز الذي يفصل بين الأذنين والآخر الذي يفصل بين البطينين ، ولا يوجد أي اتصال نسيجي بين الألياف العضلية للأذنين والألياف العضلية للبطينين ، ولكن يوجد في القلب - أنسجة متخصصة تقوم بتوصيل الإشارة العصبية من الأذنين إلى البطينين .

حجرات القلب Heart Chambers

يتكون القلب من أربع حجرات : أذنان atria وبطينان ventricles ولا يوجد اتصال بين الأذنين إذ يفصلهما حاجز عضلي يسمى " الحجاب بين الأذنين " inter-auricular septum كما يوجد حاجز عضلي سميك بين البطينين inter-ventricular septum وعلى هذا يمكن اعتبار القلب مقسوما طوليا إلى قسمين أيمن وأيسر يتكون

كل قسم من أذين وبطين وينفصل الأذنان عن البطينين انفصالا تاما ولا يوجد أي اتصال عضلي بينهما بل يوجد بينهما أخدود مستمر حول القلب بكامله يسمى الأخدود التاجي coronary groove .

وبينما نجد جدران الأذنين رقيقة ولونها أحمر غامق ، فإن جدران البطينين أسمك ولونها افتح من لون الأذنين ويعكس هذا الفرق الواضح في سمك الجدار بين الأذنين والبطينين مدى الفرق في العمل المطلوب من كل منها . فبينما نجد أن الوظيفة الرئيسة للأذنين هي استقبال الدم من الأوردة (الأوردة الرئوية علي الجانب الأيسر من القلب و الوريد الأجوف العلوي والوريد الأجوف السفلي علي الجانب الأيمن من القلب) وخزنه أثناء قيام البطينين بالانقباض ، فإن وظيفة البطينين هي ضخ الدم بقوة وتحت ضغط إلى الشرايين (الشريان الأهر أو الأورطي في الجانب الأيسر من القلب والشريان الرئوي في الجانب الأيمن من القلب). وبما أن الأذنين ينقبضان - مثل البطينين - إلا أن معظم الدم الموجود فيها يكون - عند انقباضهما - قد انتقل فعلا إلى البطينين نتيجة الفرق في الضغط بين الحجرتين وتجدد الإشارة إلى أن الأذين الأيسر في الوضع الطبيعي للقلب يقع فوق الأذين الأيمن بحيث أن الأذنين معا يكونان محورا رأسيا يقع خلف القفص بينما يتجه البطينان قليلا إلى يسار الخط النصفى وقد أدى هذا إلى الاعتقاد السائد بأن القلب يوجد في الجانب الأيسر من القفص الصدري .

ويتميز جدار البطين الأيسر بأنه أسمك من جدار البطين الأيمن و يمكن تفسير هذا الفرق في سمك جدار البطينين في ضوء العمل الذي يؤديه كل منهما فعندما ينقبض البطين الأيسر فإنه يضخ الدم في الأورطي الذي يوزعه على جميع أعضاء الجسم ما عدا الرئتين ، في حين أن البطين الأيمن يضخ الدم عند انقباضه في الشريان الرئوي الذي يغذى الرئتين فقط، وهما قريبتان جدا من القلب ، ولهذا نجد أن ضغط الدم الانقباضي في الأورطي يصل إلي ١٢٠ مم زئبق بينما لا يتعدى هذا الضغط ٣٠ مم زئبق في

الشريان الرئوي . وعلاوة على الفرق في سمك الجدار بين البطينين يمكن تمييز البطين الأيسر بسهولة لأنه يكون بمفرده النهاية المستديرة للقلب و المتجهة نحو الحجاب الحاجز والمسماة بالقمة Apex.

صمامات القلب Valves of heart

يجرى الدم داخل القلب في اتجاه واحد فقط: من البطينين إلى الأورطي و الشريان الرئوي، ويعود السبب في جريان الدم داخل القلب في هذا الاتجاه الواحد إلى وجود جهاز من الصمامات يعمل بكفاءة عالية ، ويحرس الفتحات الموجودة بين حجرات القلب، وبين القلب والشرايين الكبيرة الصادرة منه. وتنقسم هذه الصمامات إلى مجموعتين:

١- صمامان يوجدان بين الأذنين والبطينين Artioventricular valves
للاختصار A-V valves يحرسان الفتحتين بين الأذنين والبطينين، ويتألف الصمام الذي يحرس الفتحة بين الأذين الأيمن والبطين الأيمن من ثلاث شرفات cusps ولهذا يعرف بالصمام ذي الثلاث شرفات tricuspid valve ويسمح هذا الصمام للدم بالمرور من الأذين الأيمن إلى البطين الأيمن، ولكنه يمنع مرور الدم في الاتجاه المعاكس. أما الصمام الثاني التابع لهذه المجموعة ، والذي يحرس الفتحة بين الأذين الأيسر والبطين الأيسر، فإنه يشبه الصمام الأول ولكن يختلف عنه في أنه يتألف من شرفتين فقط بدلا من ثلاث، ولهذا يعرف بالصمام ذي الشرفتين أو الصمام المترالي Mitral valves.

٢- صمامان شريانيان arterial valves يعرفان أيضا باسم الصمامين الهلاليين semilunar valves يحرسان الفتحتين بين البطينين والشريانيين الصادريين منها. فعند منشأ الأورطي من البطين الأيسر يوجد صمام يحرس الفتحة بين البطين

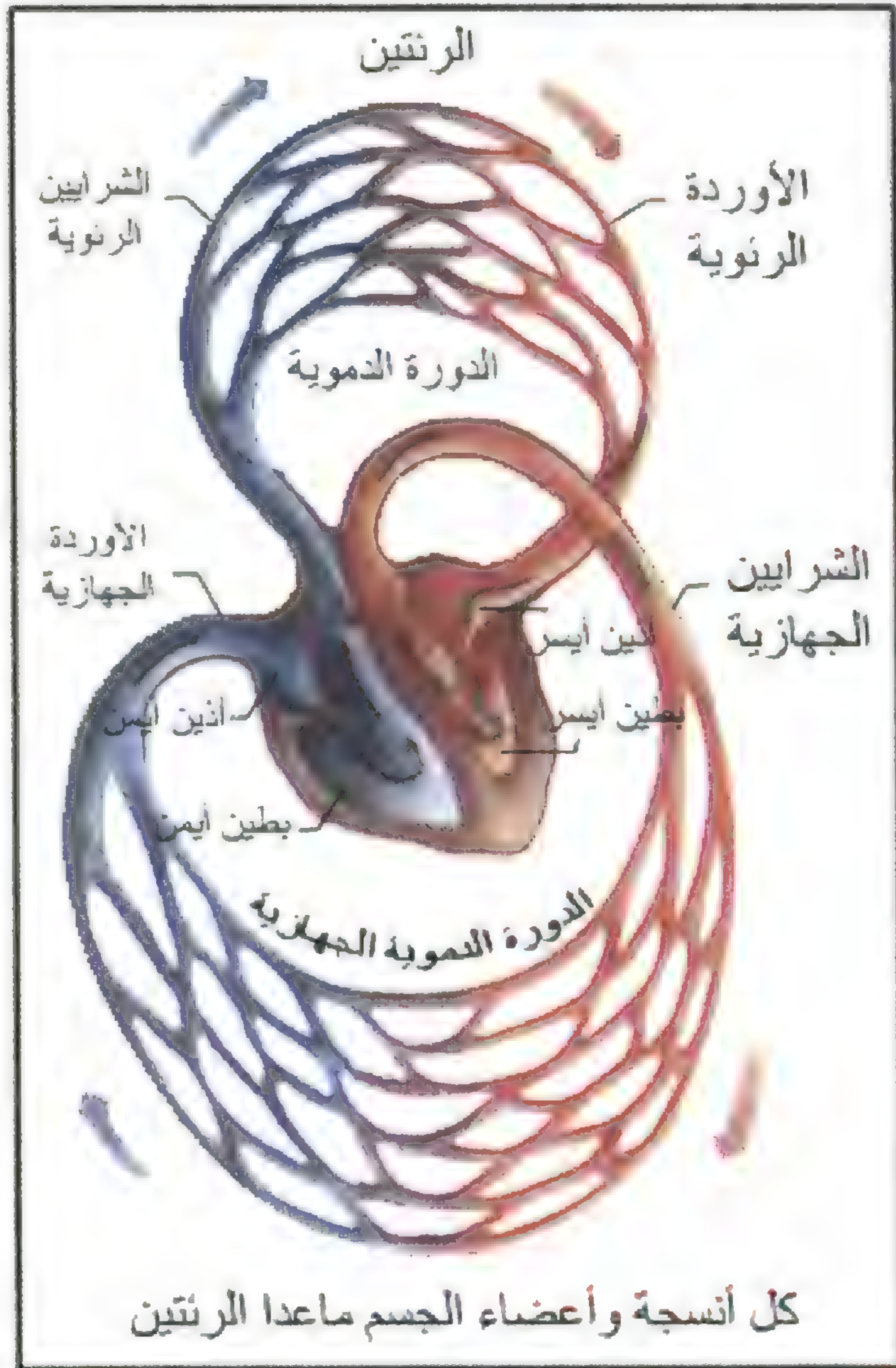
الأيسر والشريان يعرف بالصمام الأورطي aortic valve ويمنع هذا الصمام رجوع الدم من الأورطي إلى البطين الأيسر ويوجد الصمام الثاني عند منشأ الشريان الرئوي، ويحرس الفتحة بينه وبين البطين الأيمن، ويعرف بالصمام الرئوي pulmonary valve ويسمح هذا الصمام بمرور الدم من البطين الأيمن إلى الشريان، ولكنه يمنع رجوع الدم منه إلى البطين الأيمن.

ويتألف كل من هذين الصمامين من ثلاث شرفات هلالية الشكل تبرز على شكل جيوب من البطانة الداخلية للشريان، تتصل كل شرفة بجدار الشريان بينما يقع طرفها المقوس في تجويف الشريان. وعندما تملئ هذه الشرفات بالدم تلتقي أطرافها معا. وتقترب الواحدة من الأخرى في وسط تجويف الشريان وبذلك تغلق الفتحة تماما ويمنع رجوع الدم إلى البطين.

الأوعية الدموية Blood Vessels

وتوجد منها ثلاثة أنواع رئيسية: الشرايين والأوردة والشعيرات. تنقل الشرايين arteries الدم من القلب إلى أجزاء الجسم المختلفة ، في حين تنقل الأوردة veins الدم من أجزاء الجسم المختلفة إلى القلب، باستثناء الأوردة البابية portal veins التي تنقل الدم إما إلى الكبد أو إلى الكليتين بدلا من القلب . أما الشعيرات capillaries فهي أصغر الأوعية الدموية ولا يزيد قطرها عن قطر كريات الدم الحمراء (٧ - ٨ ميكرونات) وهي تكون نهاية الشرايين وبداية الأوردة. وكقاعدة عامة ، توصل الشعيرات الشرايين بالأوردة ويستثنى من القاعدة الشعيرات الموجودة في كريات ملبجي في الكلية التي توصل شريانا بشريان، والشعيرات الموجودة في الكبد التي توصل الوريد البابي الكبدي بالوريد الكبدي، أي توصل وريدا بوريد.

وتتميز الشرايين بأن جدرانها سميكة وقوية، وهي تنقل الدم تحت ضغط أعلى بكثير من الضغط في الأوردة والشعيرات. أما الأوردة فجدرانها أرق كثيرا من الشرايين. وتوجد في الأوردة الكبيرة صمامات valves تمنع رجوع الدم وتجعله يسلك اتجاه القلب (انظر الشكل رقم ٣٢).



الشكل رقم (٣٢). الدورة الدموية "الجهازية والرئوية".

خصائص عضلة القلب Properties of Cardiac muscle

تختلف عضلة القلب "الأذنين والبطينين" عن العضلات الهيكلية والعضلات الملساء الموجودة في جسم الإنسان من عدة نقاط.

أن أقسام القلب تنبض أو تنقبض عادة بتتالي منتظم فينقبض الأذنان (atria) ويطلق عليه الانقباض الأذيني (atria systole) ويشغل حوالي ٠,١ من الثانية من الدورة القلبية يتلوه انقباض البطين الأيسر والأيمن معا ويطلق عليه Ventricular systole وينقبض البطين لمدة ٠,٣ من الثانية.

ثم يرتخي الأذين لمدة ٠,٧ من الثانية ويرتخي البطين لمدة ٠,٥ من الثانية وهي طول فترة الدورة القلبية حوالي ٠,٨٥ من الثانية حيث إن النبض Pulse أو معدل القلب Heart Rate يمثل حوالي ٧٠ مرة في الدقيقة أي أن الدقيقة ٦٠ ثانية تقسم على عدد نبضات القلب ٧٠ مرة أي حوالي ٠,٨٥ من الثانية وهي مدة الدورة القلبية Cardiac Cycles أي انقباض الأذنين والبطينين بانتظام لدفع الدم في الدورة الجهازية Systemic Cirucluation على الجانب الأيسر من القلب والدورة الرئوية Pulmonary Cirucluation على الجانب الأيمن من القلب.

ينقبض الأذين الأيمن والأيسر معا كوحدة واحدة وينطبق عليه قانون الكل أو لا شيء All or Non law . ثم ينقبض كل من البطين الأيسر والأيمن كوحدة واحدة أثناء دفع الدم في الشرايين ويفسر عمل القلب كعضلة واحدة وجود أقراص بينية Intercalated discs بين الخلايا العضلية تجعل كل قسم من القلب يعمل كوحدة عضلية واحدة.

أهم خصائص عضلة القلب

- ١- الانقباضية هي قدرة عضلة القلب على الانقباض بانتظام.
- ٢- التوصيل (الجهاز الناقل) هو جهاز خاص داخل عضلة القلب.

٣- النسقية.

٤- الاستشارية.

١- الانقباضية Contractility

هي قدرة عضلة القلب على الانقباض والارتخاء diastole وتزداد قدرة عضلة على الانقباض بزيادة طول عضلة القلب قبل الانقباض أي أثناء الراحة أو في فترة الارتخاء وفي حدود معينة ولكن يحدث العكس وتقل قدرة عضلة القلب على الانقباض في حالة زيادة طول العضلة في حالة الفشل القلبي.

أما في الحالات الفسيولوجية فتحدث زيادة في معدل انقباض عضلة القلب يعمل على دفع الدم من القلب إلى الشرايين المتصلة بالقلب في الدورة الدموية الجهازية أو الرئوية systemic circulation , pulmonary circulation.

فعند زيادة معدل رجوع الدم الوريدي إلى الأذين الأيمن يزداد معها انقباض الأذين ويدفع الدم ويعقبها زيادة في الدورة الرئوية ويعقبها زيادة على الجانب الأيسر من القلب. ويطلق على هذا القانون قانون استارلينج starling's law.

٢- التوصيل Conductivity: (الجهاز الناقل) أو جهاز التوصيل داخل القلب

تنشأ ضربات القلب في جهاز ناقل قلبي خاص يسمى conductive system ويوجد هذا الجهاز في جميع أجزاء القلب (انظر الشكل رقم ٣٣، ورقم ٣٤؛ والجدول رقم ١٨)، ويتكون من:

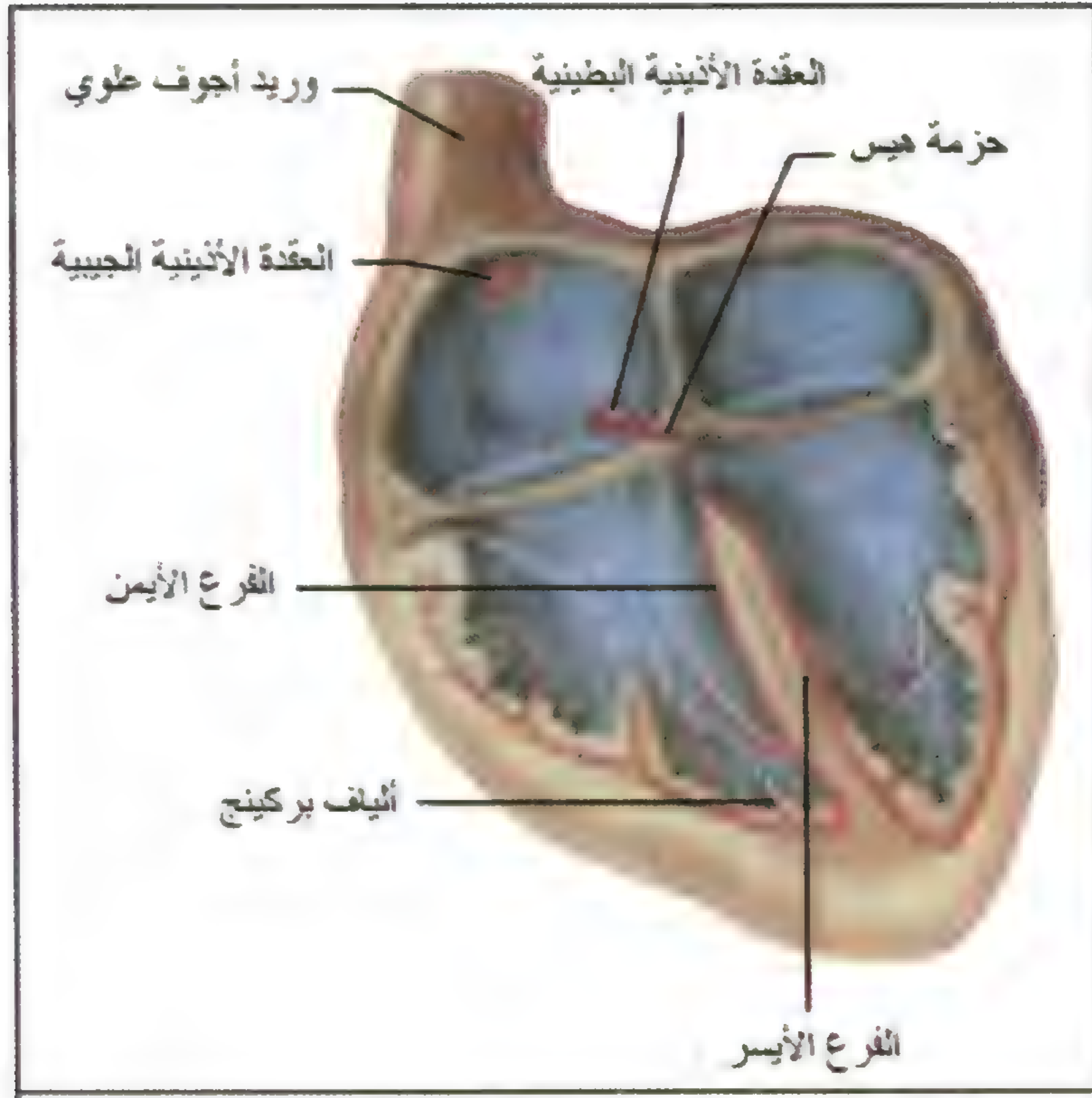
١- العقد الجيبية الأذينية "S.A.N".

٢- الطرق داخل العقدة الأذينية.

٣- العقدة الأذينية البطينية "A.V.N".

٤- حزمة هيس Hiss bundle.

٥- ألياف بوركينج Parkinje's fibers.



الشكل رقم (٣٣). جهاز توصيل السيالات العصبية داخل القلب.

أولاً: العقدة الجيبية الأذينية (S.A.N): توجد هذه العقدة عند اتصال الوريد الأجوف العلوي مع الأذين الأيمن وتعتبر هذه العقدة ناظم الخطي القلبي الطبيعي Pace-maker of the cardiac muscle، ووظائف العقدة الجيبية الأذينية هي:

١- تقوم العقدة الجيبية الأذينية بإرسال السيالات العصبية في الحالة الطبيعية بشكل أسرع.

٢- تنتشر هذه السيالات من هذه العقدة إلى المناطق الأخرى من القلب.

٣- يبدأ فيها نزع الأستقطاب أو إزالة القطبية Depolarization ثم ينتشر في كل جهاز التوصيل أو الناقل داخل القلب من الأذين إلى العقدة

الأذينية البطينية AVN.

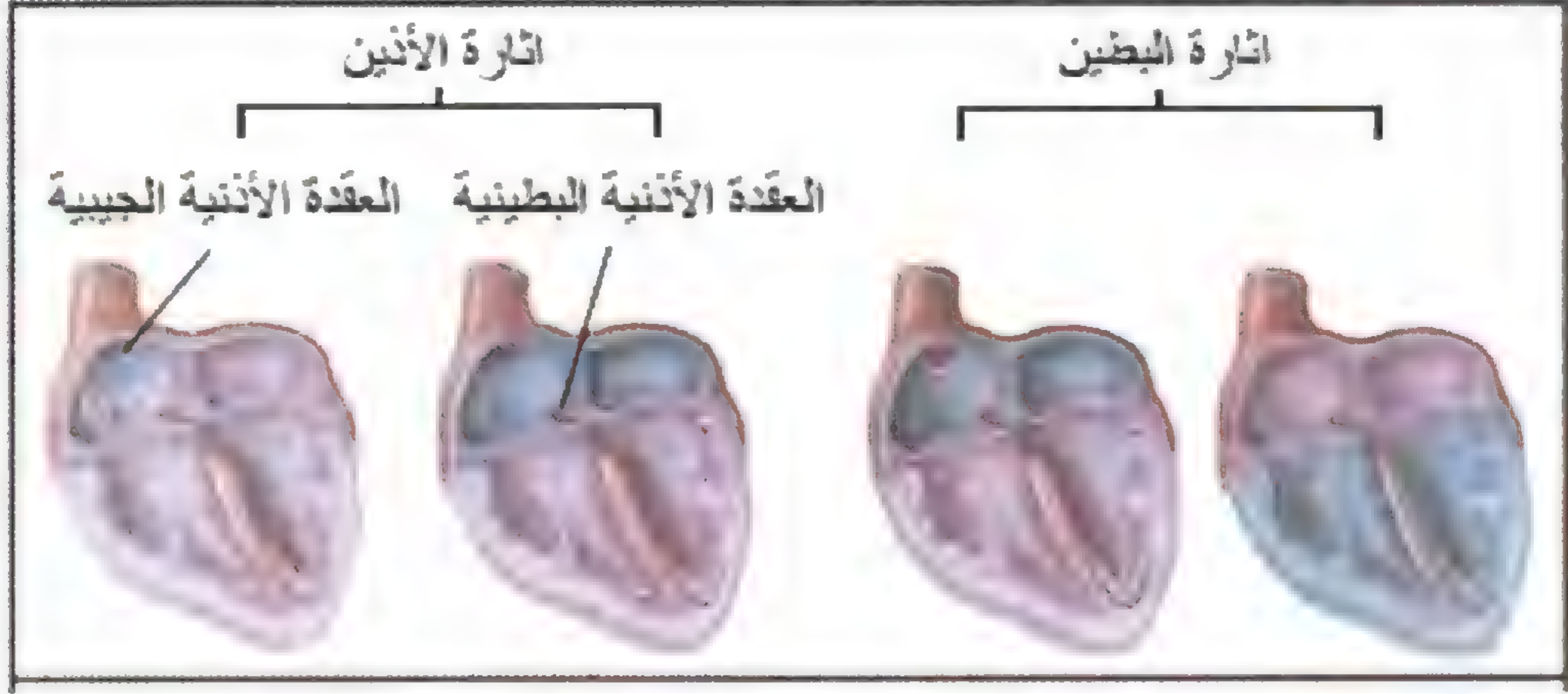
- ٤- تمر هذه السياتلات إلى العقدة الأذينية البطينية عبر الطرق الشريانية.
- ٥- تتصل هذه العقدة علي الجانب الأيمن من القلب بالعصب المبهم أو العصب الحائر *vagus n.* ويعمل هذا العصب علي تهدئة انقباض هذه العقدة من ١٢٠ نبضة في الدقيقة إلى حوالي ٧٠ نبضة وهو المعدل الطبيعي للنبض في الإنسان أثناء الراحة ولكن يزداد هذا المعدل عند بذل مجهود عضلي ويرتفع بذلك عدد ضربات القلب.

ثانياً: الطرق داخل العقدة الأذينية: تمر السياتلات العصبية عبر عضلات الأذين إلى العقدة الأذينية البطينية . يوجد ثلاث حزم من الألياف الأذينية تحتوي على ألياف تشبه ألياف بوركينج تربط بين العقدتين. وهي عبارة عن ثلاث طرق أمامية لباخمان ومتوسطة لفان كيباخ وخلفية لتوريل و لكن يوجد شك حول دور هذه الحزم في التوصيل في مقابل خلايا عضلة الأذين.

ثالثاً: العقدة الأذينية البطينية (A.V.N): وتوجد في الجزء الخلفي من الحاجز بين الأذنين وتتصل هذه العقدة بحزمة هيس. ويقل معدل التوصيل في هذه العقدة لغرض وظيفي هام وهو إعطاء الوقت الكافي لانقباض البطين بعد الأذين وتنظيم انقباض القلب أي انقباض الأذين يتلوها انقباض البطين عند زيادة وقت التوصيل داخل هذه العقدة يحدث ما يطلق عليه حصر جزئي للقلب *Incomplete Heart Block* وعند انقطاع وصول السياتلات أو الانقباضات العصبية داخل القلب يحدث الحصر الكلي للقلب.

رابعاً: حزمة هيس *Hiss bundles*: وتوجد تحت (AVN) وتتفرع إلى فرع أيسر في قمة الحاجز بين البطين وتستمر كفرع أيمن ثم ينقسم الفرع الأيسر إلى حزمة أمامية وحزمة خلفية وتنزل الفروع والحزم الناقلة إلى أسفل القلب وتتصل مع ألياف بوركينج.

خامساً: ألياف بور كينج *Parkinje's fibers*: هي عبارة عن ألياف لتوصيل السيالات العصبية لكل جزء من البطين وتنتشر هذه الألياف مكونة جهاز بور كينج.



الشكل رقم (٣٤). انتقال السيالات العصبية داخل القلب.

الجدول رقم (١٨). معدل انتقال السيالات العصبية أو الإشارات العصبية في نسيج القلب.

معدل التوصيل متر/ ثانية		
0.05 متر	(SAN)	العقدة الجيبية الأذنية
1 متر	Atrial ways	الطرق الأذنية "عضلة الأذين"
0.05 متر	(AVN)	العقدة الأذنية البطينية
1 متر	Hiss bundles	حزمة هيس
4 متر	Parkinje's fibers	جهاز بور كينج
1 متر	Ventricles	عضلة البطين

٣- معدل النسقية (النظمية)

وهي قدرة عضلة القلب على الانقباض بشكل منتظم ومنسق حيث تتبع عضلة القلب انقباض (SAN) وهو 120 مرة/ دقيقة تنخفض إلى حوالي 70-80 نبضة في الدقيقة نتيجة تأثير الجهاز العصبي نظير الودي. والعوامل المؤثرة على معدل النسقية:

- ١- الجهاز العصبي الذاتي "الودي ونظير الودي": يعمل الجهاز العصبي نظير الودي على خفض معدل النسقية وينخفض معدل ضربات القلب والعكس صحيح.
- ٢- درجة الحرارة: زيادة معدل درجة حرارة الجسم درجة واحدة مئوية يعمل على زيادة ضربات القلب بمعدل 10 مرات في الدقيقة أكثر من النبض العادي. ويحدث هذا في حالات الحمى . حيث ترتفع درجة حرارة الجسم نتيجة تأثير السموم البكتيرية على مراكز التحكم في درجات الحرارة في جسم الإنسان وهذه المراكز موجودة في المخ في منطقة تحت المهاد أو Hypothalamus. وتحدث هذه المراكز توازناً في درجة حرارة الجسم في الحالات الفسيولوجية . أما في حالة حدوث الحمى فتزداد درجة حرارة الجسم نتيجة فقط السيطرة على المركز المسؤول عن خفض درجة حرارة الجسم. وبالتالي تزداد درجة حرارة الجسم عن 37.2 درجة مئوية. ويزداد معدل انقباض القلب نتيجة التأثير على مراكز إسراع القلب الموجودة في النخاع المستطيل في جذع المخ.

٤- الاستثارية Excitability

هي قدرة عضلة القلب على الاستجابة للمؤثرات الخارجية أو الداخلية Stimuli . تحدث الاستجابات الكهربائية Response لعضلة القلب والنسيج العقدي نتيجة توزيع شوارد الصوديوم والبوتاسيوم حول الغشاء الخلوي لعضلة القلب . حيث يبلغ الكمون الغشائي للألياف العضلية القلبية في حالة الراحة أو Resting membrane potential (RMP) وهو يعادل حوالي -٩٠ ميلي فولت (mV). حيث يتم توزيع شوارد الصوديوم (Na+) في خارج غشاء الخلية وشوارد البوتاسيوم (K+) داخل الخلية نفسها. وأيضاً نفاذية هذا الغشاء لها دور هام في تحديد هذه الخاصية وتعمل أيضاً مضخة الصوديوم والبوتاسيوم على ضخ شواردات الصوديوم خارج الغشاء ودفع شواردات البوتاسيوم

داخل الخلية وذلك بعد عودة استقطاب الغشاء الخلوي Repolarization. وينقسم منحنى الاستثاريه إلى عدة مراحل:

١- مرحلة عدم الاستجابة المطلقة أو الحرون المطلق Absolute refractory period ويكون معدل الاستجابة فيها يساوى صفراً نتيجة حدوث إزالة القطبية Depolarization

٢- مرحلة الاستجابة النسبية: Relative refractory period: ويحدث فيها استجابة نسبية نتيجة عودة القطبية تدريجياً حتى تصل إلى مستوى ١٠٠٪. نتيجة دخول عنصر البوتاسيوم إلى داخل الخلايا تدريجياً.

٣- مرحلة ما بعد الفعل الكامن السالبة.

٤- مرحلة ما بعد الفعل الكامن الموجبة.

عند إثارة عضلة القلب بواسطة مؤثر أو منبه حد العتبة أو الحد الأدنى Threshold stimulus يحدث استجابة بعد فترة فتسمى فترة الحرون المطلق ويحدث نزع الاستقطاب أو انقلاب القطبية في هذه الحالة تتدفق شواردات الصوديوم عبر أقبية وقنوات الصوديوم (السريعة الانفتاح) الموجودة في الغشاء الخلوي لعضلة القلب.

ويتدفق شواردات الكالسيوم Ca^{++} ببطء من خلال أقبية الكالسيوم البطيئة الانفتاح ويحدث إزالة الاستقطاب Depolarization.

عودة القطبية repolarization:

يحدث عودة للقطبية على الأغشية الخلوية لعضلات القلب نتيجة تدفق شوارد البوتاسيوم K^{+} من خلال نمطين من أقبية البوتاسيوم K^{+} وذلك لعودة القطبية ويحدث تيار داخلي تصحيحي وتيار ضعيف متأخر من خلال التسجيل بواسطة تخطيط القلب ECG أو الفعالية الكهربائية الناتجة في كل الألياف العضلية القلبية.

الفعل الكامن للناظم الخطي

Pace- maker action potentials

إن الخلايا المحررة للنظم تملك فعلاً كامناً للغشاء الخلوي ينخفض بعد كل نبضة إلى مستوى الإطلاق ولذلك فإن الفعل الكامن للخطي يؤدي إلى بدء حدوث النبضة التالية.

الدورة القلبية والأصوات القلبية

Cardiac cycle

تعريف الدورة القلبية

يحدث موجة من التقلص تنتشر عبر عضلة القلب وتبدأ فوراً بعد إزالة القطبية في عضلة القلب وتستمر حوالي ٥٠ ميلي ثانية على اكتمال عودة القطبية وتبدأ الدورة القلبية بانقباض الأذين بعد الموجة P في ECG لمدة واحد من عشرة من الثانية أما انقباض البطين فيبدأ قرب نهاية الموجة R وينتهي بعد الموجة T وينتج عن هذا الانقباض دفع الدم في الشرايين وانتقال الدم عبر الحجرات القلبية.

مراحل الدورة القلبية

١ - مرحلة انقباض الأذين Atrial systole.

٢ - مرحلة انقباض البطين Ventricular systole.

وتشمل مرحلة انقباض أسوي القياس؛ ومرحلة الدفع السريع للدم في الشرايين؛ ومرحلة الدفع البطيء؛ ومرحلة ارتخاء أسوي القياس؛ ومرحلة امتلاء للبطين بالدم سريع وبطيء ثم تبدأ الدورة القلبية الجديدة وتأخذ كل دورة حوالي ٨، من الثانية أو ٨٠ ميلي ثانية يأخذ منها الأذين حوالي واحد من عشرة من الثانية في مرحلة الانقباض وحوالي ٧. من الثانية في فترة الارتخاء الأذيني.

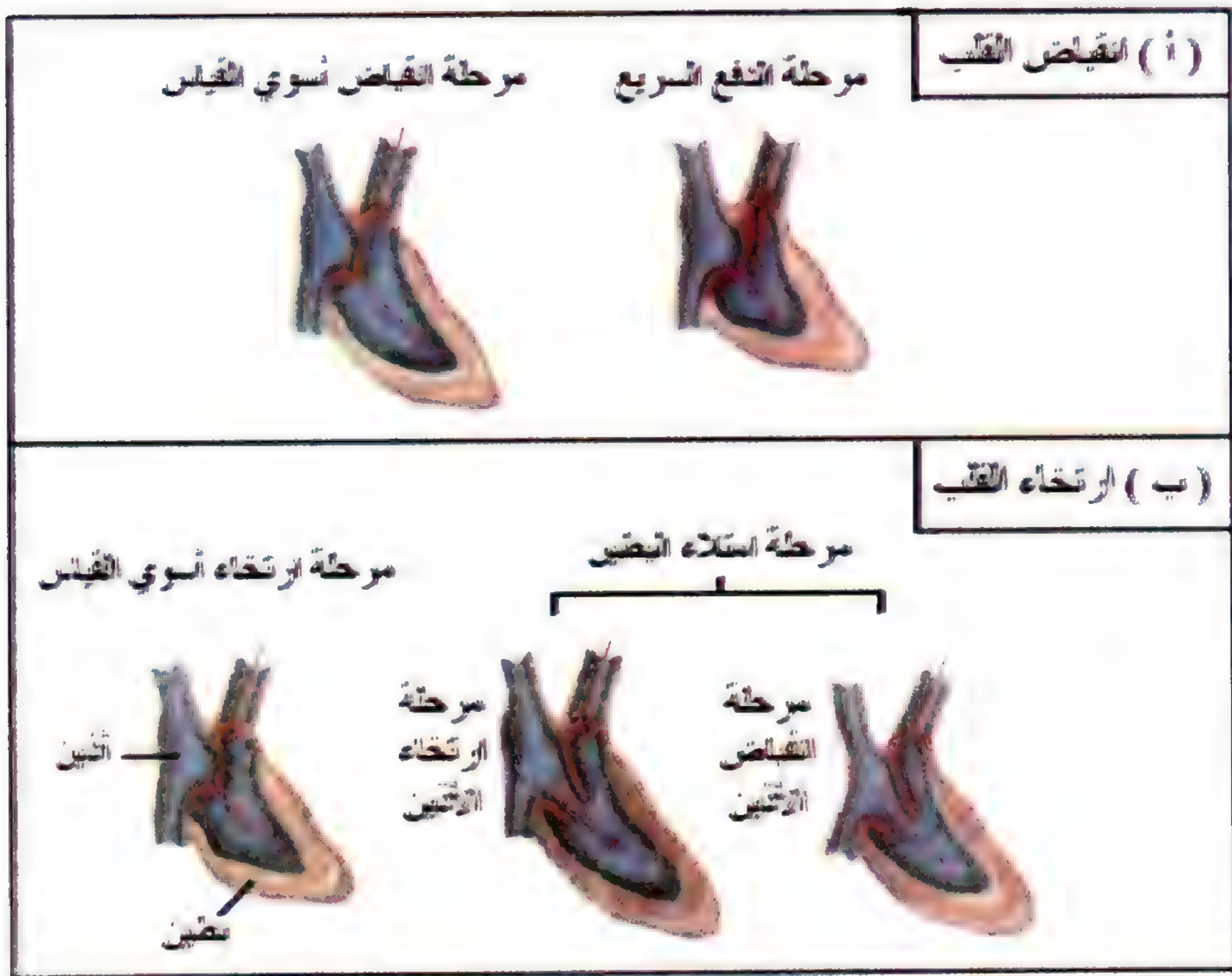
وتأخذ فترة انقباض البطين حوالي ٣، من الثانية وفترة الارتخاء حوالي ٥، من الثانية، ويحدث دفع لحوالي ٣٠٪ من الدم من الأذين إلى البطين أثناء انقباض الأذين، ويحدث مرور للباقي حوالي ٧٠٪ من الدم أثناء مراحل الامتلاء السريع والبطيء. يتم دفع الدم في مرحلة الدفع السريع ويصل ضغط الدم في البطين الأيسر حوالي ١٢٠ ميلي متر زئبق حيث يمتد هذا المعدل إلى الشرايين أثناء انقباض القلب وهو أعلى معدل يحدث في الشرايين ويمثل الضغط الانقباضي ولكن على الجانب الأيمن من القلب نجد أن الضغط داخل البطين الأيمن يصل حوالي ٣٠ ميلي متر زئبق ويصل الضغط داخل الشريان الرئوي الذاهب إلى الرئتين حوالي ٣٠ ميلي متر زئبق مما يعطي الفرصة لعملية تبادل الغازات في الرئتين ولكن نجد أن الضغط في الشرايين المتصلة بالقلب ماعدا الشريان الرئوي تكون أعلى حتى يصل الدم إلى الأنسجة المختلفة تحت تأثير الضغط. ويحدث انقباض أسوي القياس للبطين في هذه الحالة تكون كل صمامات القلب مغلقة ثم يعقبها دفع للدم في الشرايين ويحدث ارتخاء أسوي القياس وتكون كل صمامات القلب مغلقة ثم تفتح الصمامات بين الأذين والبطين ويمر الدم. وتفتح الصمامات الهلالية أثناء مرحلة دفع الدم في الشرايين وحين تغلق هذه الصمامات يحدث الصوت الثاني للقلب ولكن ينتج الصوت الأول للقلب نتيجة غلق المفاجئ للصمامات بين الأذين والبطين، (انظر الشكل رقم ٣٥).

تخطيط القلب الكهربائي

Electrocardiogram (ECG)

يحدث أثناء الدورة القلبية عدة تغيرات منها التغيرات الكهربائية في الكُمون الغشائي لعضلة القلب. وتعتبر سوائل الجسم ناقل جيدة حيث إن جسم الإنسان الحي هو ناقل حتمي وبالتالي يمكن تسجيل التغيرات الكُمونية أو كهرباء القلب وتسجل هذه التغيرات بواسطة جهاز يسمى جهاز تخطيط القلب الكهربائي أو جهاز يقيس فرق

الجهد الكهربي لعضلة القلب وذلك على ورق متحرك بعد توصيل مجموعة من المسار الكهربائية أو الكاشف ويطلق عليها الاتجاهة (Lead). وهذه التغيرات في الكمون الغشائي تعكس المجموع الجبري للكمون في ألياف العضلة القلبية. ويوجد نوعان من التسجيل هما الاتجاهات وحيدة القطب ويطلق عليها Unipolar lead والاتجاهات ثنائية القطب Bipolar lead.



الشكل رقم (٣٥). يوضح مراحل الدورة القلبية.

أولاً: الاتجاهات ثنائية القطب (القياسية)

هي اتجاهات قياسية عبارة عن Lead I, II, III وكانت تستخدم قبل اكتشاف الاتجاهات أحادية القطب.

ويسجل الاتجاه I فرق الجهد أو الكمون بين طرفين هما الذراع الأيسر وهو إيجابي والذراع الأيمن وهو سلبى.

الاتجاه II ويسجل الكمون بين الذراع اليميني والساق اليسرى وهي ايجابية.
الاتجاه III ويسجل الكمون بين الذراع الأيسر والساق اليسرى وهي ايجابية.

ثانيا: الاتجاهات وحيدة القطب

يتم فيها استخدام تسع اتجاهات إضافية وهي الاتجاهات تسجل الاختلافات الكمونية بين مسرى كاشف ومسرى غير متمايز ويوجد أيضا ستة اتجاهات صدرية أحادية القطب وهي اتجاهات أمام القلب ويرمز لها بالرمز $V1 \rightarrow V6$ وثلاثة اتجاهات أحادية القطب للأطراف وهي الذراع الأيمن VR والذراع الأيسر VL، والقدم اليسرى وهي VF وتستعمل عادة اتجاهات الأطراف الإضافية وهي aVR , aVF , aVL، تسجل الاختلافات الكمونية بين مسرى كاشف ومسرى مرجعي. وهذا يؤدي إلى زيادة حجم الكمونات بحوالي ٥٠ ٪ دون أي تغير في أشكال التسجيلات الأخرى غير الإضافية .

الموجات المختلفة لتخطيط القلب ووصفها

١- الموجه P " P.Wave " : تمثل نزع الاستقطاب الأذيني أو إزالة القطبية لعضلة الأذنين.

٢- المركب QRS : ينجم عن إزالة القطبية في عضلة البطين.

٣- الوصلة ST " ST segment " .

٤- الموجه T " T wave " : وتمثل عودة القطبية في عضلة البطين حيث لا توجد عودة للقطبية في عضلة الأذنين لأنها تختفي تحت المركب QRS.

٥- يوجد أيضا الموجة U: وهي موجة غير ثابتة ويعتقد أنها ناجمة عن عودة القطبية البطيئة في العضلات الحليمية. (الجدول رقم ١٩).

الجدول رقم (١٩). يوضح أنواع الموجات والتغيرات التي تحدث في القلب أثناء الدورة القلبية.

التغيرات التي تحدث	الزمن الطبيعي		
إزالة الاستقطاب الأذيني والنقل عبر العقده AVN	متوسط	تتراوح بين	الفاصلة الفترة PR
	0.18	0.12-0.20	
نزع أو إزاله القطبية في العضلة البطينية وعودة القطبية في الأذنين	0.08	حتى 0.10	المركب QRS
إزالة القطبية في البطين وإعادة القطبية في البطين.	0.40	حتى 0.43	الفترة QT
عودة القطبية في عضلة البطين.	0.32		الفترة ST

الفترة PR: تقاس من بداية الموجة P وحتى بداية المركب QRS زمنها حوالي 0.18 أو 0.20 وتنقص عند زيادة معدل القلب من 0.18 بمعدل (70) مرة في الدقيقة وحتى 0.14 بمعدل (130) مرة في الدقيقة.

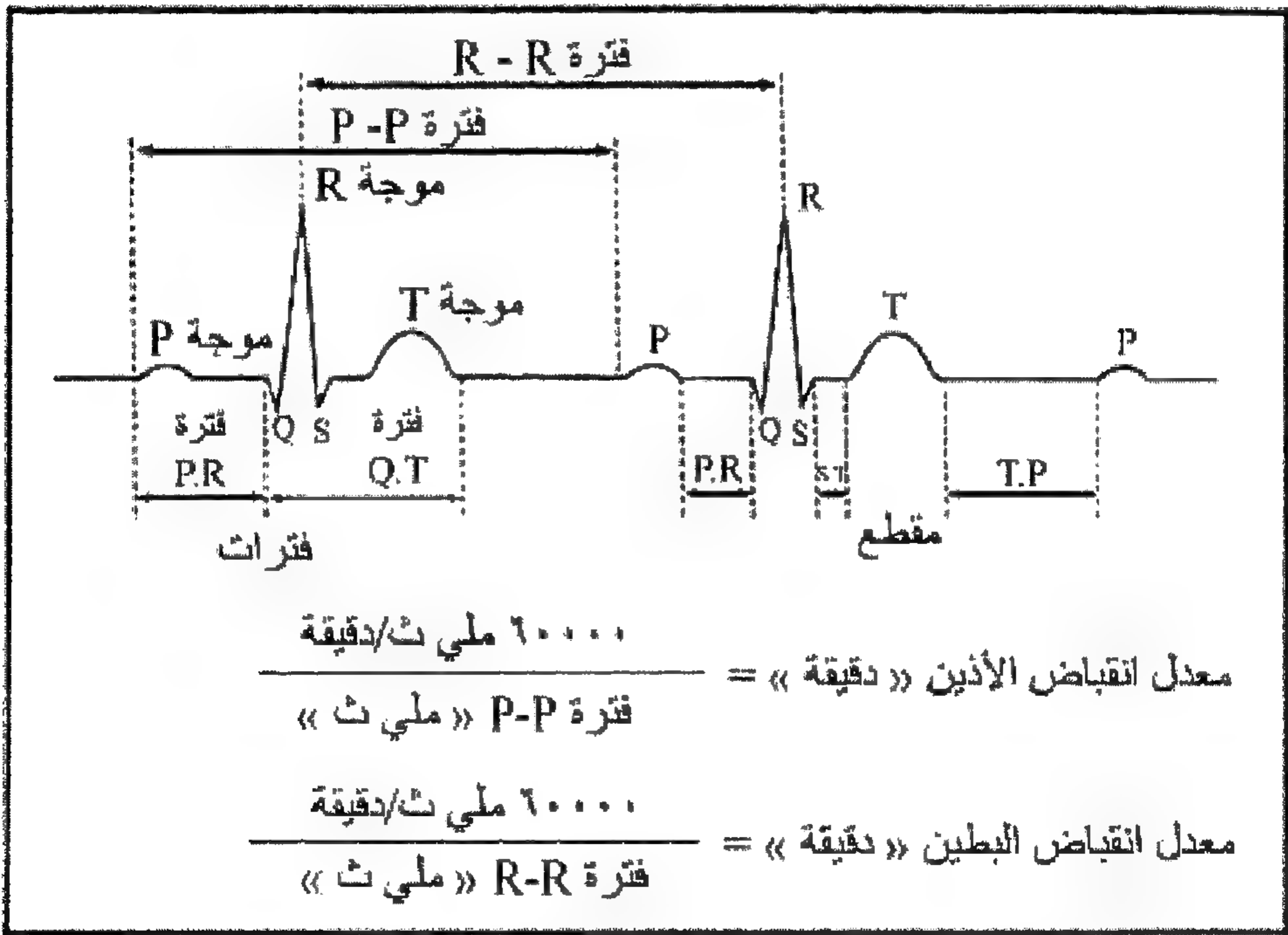
إن اتجاه وضع أجزاء القلب تشريحيا لها دور كبير في تحديد تسلسل وتفسير أشكال الموجات في كل اتجاه أو Lead .

حيث يوجد الأذنان بشكل خلفي في الصدر والبطينان في السطح الأمامي وقاعدة القلب والبطين الأيمن توجدان في الجزء الأمامي الجانبي بالنسبة إلى البطين الأيسر.

ولذلك فإن aVR تشير إلى أجواف البطينين ويتحرك إزالة أو نزع القطبية في الأذين و البطين وعودة القطبية إلى البطين بعيدا عن المسار الكاشف وبالتالي تكون الموجة P والمركب QRS والموجة T سلبية الانحراف (أي إلى أسفل).

تخطيط القلب الطبيعي Normal EGG

انظر الشكل رقم (٣٦).



الشكل رقم (٣٦). يوضح موجات تخطيط القلب (رسم القلب).

أما الاتجاهات aVL , aVF فينظران إلى البطينين وبالتالي تبقى الانحرافات إيجابية أو ثنائية الطور. ولا تظهر الموجة Q في الاتجاه V₁ , V₂.

ويكون الجزء البدئي من المركب QRS هو انحراف علوي صغير لأن إزالة أو نزع القطبية في البطين تتحرك في البداية عبر الجزء المتوسط من الحاجز من الأيسر نحو الأيمن باتجاه المسرى الكاشف . ثم تتحرك موجة التنبيه إلى أسفل على الحاجز وداخل البطين الأيمن بعيداً عن المسرى وبالتالي تكون موجة s كبيرة و في النهاية تعود على طول الجدار البطني باتجاه المسرى . ليعود الخط إلى السواء الكهربائي وبشكل معاكس فإن الاتجاهات البطينية اليسرى V_5, V_6 وتظهر فيها موجة Q بدائية صغيرة (إزالة القطبية في الحاجزين من الأيسر إلى الأيمن) .

وهناك موجة R كبيرة (لإزالة القطبية الحاجزي والبطين الأيسر) يتبعها في الاتجاهات V_4, V_5 .

موجة S معتدلة (إزالة القطبية المتأخرة للجدران البطينية والعائد نحو الاتصال .AVN

الأهمية السريرية لتخطيط القلب

يتم قياس ECG بشكل مستمر غالباً في وحدات العناية المركزة أو الفائقة في المستشفى مع وضع جهاز إنذار صوتي يظهر عند حدوث أي خلل في اللانظميات المهددة للحياة.

وأيضاً يمكن استقبال مقياس هولتر وهو مقياس سهل الحمل صغير يسجل ECG عند المرضى غير الملائمين للفراش.

ثم يتم إعادة عرض التسجيل بسرعة كبيرة وتتم دراسته اللانظميات القلبية
Cardiac Arrhythmias

المعدل القلبي الطبيعي Normal Cardiac Rate

في قلب الإنسان الطبيعي ينشأ كل ضربة أو نبضة في العقدة الأذينية (SAN) أو النظم الجيبي الطبيعي (NSR) .

حيث ينبض القلب 70 مرة / دقيقة أثناء فترة الراحة ويقل هذا المعدل أثناء النوم ويزداد (تسرع قلبي) تحت تأثير العواطف والجهد وعوامل عديدة تزيد من ضربات القلب والرياضة .

حيث يتحكم الجهاز العصبي الذاتي في زيادة أو نقص معدل انقباض القلب.

عوامل فسيولوجية تؤثر على معدل القلب

١- التنفس

يتغير معدل القلب (H.R) مع مراحل التنفس فهو يزداد أثناء الشهيق ويقل أثناء الزفير وخاصة إذا زاد عمق الشهيق.

٢- الجهاز العصبي الذاتي

يعمل العصب المبهم أو العاشر في الجهاز نظير الودي على ببطء معدل القلب ولكن الجهاز الودي يعمل على إسراع معدل القلب.

٣- الأمراض

تؤثر بعض الأمراض على العقدة (SAN) وتؤدي إلى بطء القلب مثل " متلازمة العقدة الجيبية المرضية " وتسبب هذه الحالة أعراضاً شديدة . وتعالج بزرع ناظم الخطي وهي تمثل 50 % من حالات زرع Pace- maker في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها.

٤- الهرمونات

الهرمونات مثل حقن هرمون الأدرينالين يعمل على زيادة معدل ضربات القلب ومثل الأدرينالين المفرز طبيعياً من لب الغدة الكظرية Adrenal medulla وأيضا حقن الأتروپين Atropine يعمل كمهدئ للتقلصات المعوية في الأمعاء ولكنه يزيد من معدل ضربات القلب، مشتقات الأسيتيل كولين Acetyl choline وهي مواد كيميائية تعمل تأثير مشابهة لنشاط الجهاز العصبي نظير الودي فتحدث بطئاً في معدل ضربات القلب.

ناظم الخطي الغير طبيعي Abnormal Pace-maker

من المعروف أن النظم الخطي الطبيعي للقلب هو SAN في الإنسان ولكن يحدث في حالات شاذة أن يعمل AVN أو الأجزاء الأخرى للجهاز الناقل كناظم للقلب وأيضا يمكن للألياف البطينية أو الأذينية المريضة أن تعمل هي الأخرى نتيجة وجود بؤرة نشطة كهربيا ويحدث نبضات إضافية Extrasystole.

حصر القلب التام Complete heart block

يحدث حصر كامل أو تام للقلب عندما يتوقف انتقال السيال العصبي عبر جهاز التوصيل داخل القلب بين الأذين والبطين ويبدأ بعدها البطين بالانقباض الذاتي النظم بمعدل منخفض وبشكل مستقل عن الأذين.

أسباب حصر القلب التام

ينجم هذا الحصر عن مرض في العقدة AVN (حصر العقدة AVN) أو في الجهاز الناقل تحت العقدة ويطلق عليه (حصر تحت العقدة).

حصر القلب غير التام Incomplete heart block

يحدث عندما يقل معدل النقل بين الأذين والبطين ولكن لا يحدث توقف تام وهو من النوع الأول أو الدرجة الأولى ويحدث زيادة في طول الفترة PR وتصل كل النبضات من الأذين إلى البطين ببطء.

وفي الدرجة الثانية لاتصل كل النبضات من الأذين إلى البطين فينبض الأذين مرتين مقابل انقباض مرة واحدة للبطين أي ٢:١ أو ثلاث نبضات ٣:١، ويمكن أن يحدث حصر لأحد فروع حزمة هيس أو الفرع الأيمن أو الأيسر.

تأثير شواردات البوتاسيوم K^+ علي تخطيط القلب ECG

تأثير زيادة أو فرط البوتاسيوم في الدم

يؤدي زيادة عنصر البوتاسيوم في الدم عن مستوى ٧ ميلي مكافئ / لتر تحدث زيادة في ارتفاع الموجة T وتكون PR, QRS ضمن الحدود الطبيعية.

ولكن عند مستوى أكثر من ٨ ميلي مكافئ / لتر تختفي الموجة P ومركب QRS يكون واسعاً وتزداد الفترة أو الفاصلة QRS.

وتبقى موجة T عالية وهزيلة وتحدث زيادة البوتاسيوم في الدم Hyperkalemia زيادة وتسرع القلب وتسبب رجفاناً في البطين.

تأثير نقص البوتاسيوم في الدم Hypokalemia

يؤدي مستوى البوتاسيوم في الدم أقل من ٣,٥ ميلي مكافئ / لتر إلى أن تكون الفترة أو الفاصلة PR تعادل حوالي ٢. وانضغاط ST وتواجد موجة U. ويؤدي نقص البوتاسيوم عن ٢,٥ ميلي مكافئ / لتر في الدم إلى زيادة الفترة PR حوالي ٣٢، ث و ينضغط الجزء ST وتنقلب الموجة T وتشاهد الموجة U.

الأصوات القلبية Heart sounds

يحدث أثناء الدورة القلبية صوتان طبيعيان يمكن أن يسمعا بواسطة السماعة الطبية

Sethoscope

الصوت الأول

ويسمع علي هيئة (LUB)، وهو صوت منخفض طويل نسبياً وينشأ هذا الصوت

نتيجة الغلق المفاجئ للصمامات بين الأذنين والبطين (ثنائي وثلاثي الشرفات) وذلك عند بداية انقباض البطين.

الصوت الثاني

ويسمع علي هيئة (DUB)، وهو صوت قصير وعالي اللحن و ينشأ عن اهتزازات مصاحبة للغلق المفاجئ للصمامات الهلالية الموجودة علي الشرايين الأورطي والرئوي عند نهاية انقباض البطين.

الصوت الثالث

وهو صوت ناعم منخفض اللحن ويسمع عند حوالي ثلث الحالات خلال انبساط البطين في الشباب الطبيعي ويتزامن مع فترة الامتلاء البطيني السريع من الدورة القلبية. نتيجة مرور الدم من الأذين إلي البطين.

الصوت الرابع

يمكن سماع هذا الصوت قبل الصوت الأول وذلك عندما يكون الضغط مرتفعاً أو عندما يكون البطين صلباً كما في حالات تضخم البطين ونادراً ما يسمع عن أشخاص عاديين. وينشأ هذا الصوت عن امتلاء البطين.

الأهمية الفسيولوجية للأصوات القلبية

تعطي الأصوات القلبية الصوت الأول فكرة عن حالة الصمامات بين الأذين والبطين.

ويعطي الصوت الثاني للقلب فكرة عن الصمامات الهلالية ويمكن سماع الأصوات القلبية باستخدام السماعة الطبية.

الحالات المرضية في الأصوات المرضية

١- النفخات Murmurs

هي أصوات شاذة أو مرضية تسمع في أماكن مختلفة من القلب.

الأسباب: هو حدوث أمراض في الصمامات القلبية عندما يضيق الصمام تزداد سرعة جريان الدم عبر الصمام في الاتجاه الطبيعي ويصبح مندفعاً وعنيفاً و عندما يحدث قصور في الصمامات . ويمكن تشخيص هذه الحالات باستخدام السماع الطبية وتسمع النفخات الناجمة عن الصمامات الهلالية عند قاعدة القلب، أما النفخات الناشئة عن أمراض الصمام التاجي فتسمع عند قمة القلب.

وأحيانا يمكن سماع نفخات ناعمة انقباضية عن أطفال عاديين وهم غير مصابين بأمراض قلبية.

كما تسمع النفخات الانقباضية بشكل شائع عند مرض فقر الدم أو الأنيميا كنتيجة لانخفاض لزوجة الدم وزيادة سرعة جريان الدم في الشرايين.

٢- ازدواج الأصوات القلبية

يمكن أن تحدث نتيجة عدم التزامن في غلق الصمامات مع بعضها البعض فيحدث ازدواج للصوت الأول نتيجة عدم تزامن في الغلق بين الصمام ثنائي وثلاثي الشرفات. أو في الصوت الثاني نتيجة عدم تزامن الغلق بين الصمامات الهلالية (الأورطي والرئوي).

تصوير القلب بالصدى Echo cardiography

يمكن تقييم وظائف جدار القلب ووظائف القلب من خلال التصوير بالموجات فوق صوتيه بتواتر حوالي 2.25 ميغا هرتز .

ويمكن تقييم حركات الجدار البطيني والحاجز والصمامات خلال الدورة القلبية . حيث ترسل موجات فوق صوتية ويتم استقبال الأمواج المنعكسة عن أجزاء القلب المختلفة.

ويمكن استخدام طريقة دوبلرو مع تصوير الصدى لقياس حجم الجريان الدموي عبر الصمامات وتعتبر هذه الطرق هامة جدا في حالات مرضى الصمامات القلبية.

الناتج القلبي Cardiac output

هو مقدار الدم المدفوع من البطين في كل ضربه "حجم النبضة Stroke Volume". وهي حوالي 70 مل عند رجل مرتاح ذي حجم متوسط في وضع الاستلقاء. أي 70 مل من البطين الأيمن ، 70 مل من البطين الأيسر.

الناتج القلبي في الدقيقة = 70 مل حجم النبضة × معدل القلب

$$= 70 \times 70$$

$$= 4900 \text{ أي ما يعادل حوالي 5 لتر / دقيقة.}$$

حيث إن حجم النبضة في كل بطين حوالي 70 مل وعدد أو معدل ضربات القلب 70 .

توجد علاقة بين الناتج القلبي في وضع الراحة وبين مساحة سطح الجسم يبلغ معدله حوالي 3.2 لتر

العوامل التي تؤثر على ناتج القلب

في الجدول رقم (٢٠) بعض التأثيرات المختلفة على ناتج القلب.

العوامل المنظمة لناتج القلب Factors Controlling Cardiac output

إن التغيرات في ناتج القلب تنشأ عن التغيرات في معدل القلب (Heart rate(HR) أو في حجم النبضة أو الضربة (Stroke volume (SV).

حيث إن معدل القلب يتأثر بالجهاز العصبي الودي ونظير الودي فيرتفع معدل القلب بزيادة النشاط الودي للأعصاب المغذية للقلب وعلى العكس ينخفض معدل القلب بزيادة تأثير الجهاز نظير الودي فيتم تنظيم حجم الضربة جزئياً بالوارد العصبي فالجهاز الودي يجعل الألياف العضلية القلبية تنقبض وتقلص بقوة القصوى عند أي طول معطى .

وعندما تزداد قوة الانقباض دون زيادة طول الليفة العضلية فإن كمية أكبر من الدم الذي يبقى في البطين عادة يتم دفعه ، أي أن الجزء المدفوع من الدم يزداد وحجم الدم البطيني في نهاية الانقباض ينخفض .

الجدول رقم (٢٠). بعض التأثيرات المختلفة على نتاج القلب.

الحالة أو العامل	لا تغيير
النوم — تغيرات طفيفة في درجة حرارة الجو المحيط بالإنسان	لا تغيير
(١) القلق والإثارة (50 — 100 %)	زيادة في معدل النتاج القلبي
(٢) الطعام (30 %)	
(٣) الجهد Stress أكثر من (700 %)	
(٤) ارتفاع درجة حرارة الجو المحيط .	
(٥) الحمل في السيدات .	
(٦) هرمون الأدرينالين المفرز من لب الغدة الكظرية .	الانخفاض في النتاج القلبي
(١) الجلوس أو الوقوف من وضع الاستلقاء (20 — 30 %) .	
(٢) أمراض القلب .	
(٣) الإنزيمات القلبية .	

إن تأثير الكايتكولامينات Catecholamine على القلب يؤدي إلى إسراع عضلة القلب Tachycardia وهو ينجم عن نشاط الجهاز الودي هو تأثير وقي الانحياز في حين أن قوة الانقباض يسمى التأثير العضلي الانحياز.

إن العوامل التي تزيد من قوة الانقباض القلبي تكون ذات تأثير عضلي الانحياز إيجابي ، أما العوامل التي تنقص من هذه القوة فهي ذات تأثير عضلي الانحياز سلبي. وتعتمد قوة انقباض عضلة القلب على عاملين هما:

١- الحمل القلبي: وهو مقدار طول العضلة القلبية قبل الانقباض.

٢- الحمل البعدي أو التوتر: هو المقاومة التي يتم دفع الدم ضدها.

يتم تخطيط شريطة عضلية بحمل الحمل القلبي ويوضح على صفيحة مستوية الثقل أو الحمل.

التوتر عند هذه المرحلة يسمى الحمل البعدي . ثم تنقبض العضلة بشكل متساوي التوتر من دون حدوث توتر إضافي . لكن في الجسم الحي يعتبر الحمل القلبي هو درجة تخطيط العضلة القلبية قبل الانقباض . و الحمل البعدي هو المقاومة التي يتم دفع الدم ضدها.

علاقة التوتر مع الطول في العضلة القلبية

إن العلاقة بين التوتر والطول في عضلة القلب يشبه العلاقة في العضلات الهيكلية فعند زيادة طول العضلة يزداد التوتر إلى حده الاعلى ثم ينخفض عندما يصبح الطول مفرطاً .

وقد قام ستارلنج بالاعتماد علي ذلك عندما قال :إن الطاقة الأزمة للانقباض متناسبة مع الطول المبدئي لليفة العضلية القلبية وهو ما يعرف بقانون ستارلنج Straling law ومن أجل القلب يتناسب طول الألياف العضلية أي مدى الحمل القلبي مع حجم

نهاية الارتخاء والعلاقة بين حجم الضربة البطنية وحجم نهاية الارتخاء تسمى منحني ستارلنج فرانك.

تحضير القلب والرئة Heart Lung Preparation

إن تأثير التغيرات في المقاومة المحيطة أو المحيطية يمكن حسابه في تحضير القلب والرئتين .

وفيها يتم وضع قنيت في قلب ورئتي حيوان التجربة المخدر يمكن استخدام كلب ويتم نقل الدم من الأورطي عبر جهاز من الأنابيب والمخازن إلى الأذنين الأيمن ومنه عبر قلب ورئتي الكلب إلى الأورطي أو الأهر. وبسبب حرمانه من الدم يموت ما تبقى من الحيوان وبالتالي فإن القلب يزول عنه الأعصاب وظيفيا وبالتالي لا يتعرض معدل القلب إلا لتغيرات طفيفة وعند انخفاض قطر الجريان الأنبوبي فإن المقاومة المحيطية أو المحيطية تزداد وعند زيادتها يقوم القلب بخفض حجم الدم الذي يتم دفعه ويقل عن الحجم الذي يصل إليه لضربات عديدة ويحدث تراكم في حجم الدم في البطن وبالتالي يزداد حجم الدم ويزداد تمدد عضلة القلب وبالتالي تزداد قوة الدفع ويعود النتاج القلبي إلى مستواه السابق. ويبين الجدول رقم (٢١) العوامل التي تؤثر في طول الليفة العضلية القلبية للبطين:

الجدول رقم (٢١). العوامل التي تؤثر في طول الليفة العضلية القلبية للبطين.

الزيادة في طول الليفة العضلية	النقصان في طول الليفة العضلية
١- انقباضات أذينية أقوى .	١- الوقوف .
٢- زيادة حجم الدم الكلي .	٢- زيادة الضغط داخل التامور .
٣- زيادة التوتر الوريدي .	٣- انخفاض مطاوعة البطنين .
٤- زيادة الوظيفة الدافعة للعضلات	
المساء.	
٥- زيادة الضغط السليبي داخل الصدر .	

انقباض العضلة القلبية يحدث تأثيراً سلبياً على حجم الضربة عند نشاط الجهاز الودي ينحرف منحنى التوتر والطول لأعلى ولأسفل. إن التأثير الإيجابي العضلي الانحياز للنور أدرينالين noradrenalin المفرز في نهايات الأعصاب يزداد بالنور أدرينالين الموجود في الدورة الدموية. ويحدث الأدرينالين نفس التفسير على القلب ويوجد تأثير سلبى عضلي للانحياز للعصب المبهم على عضلة الأذنين وتأثير أقل على العضلة القلبية أو البطن.

تعمل الكاتيكولامينات (الأدرينالين والنور أدرينالين و الدوبامين) تأثيرها العضلي الانحياز عن طريق تأثيرها على مستقبلات β_1 القلبية (بيتا ١) G_s مما يؤدي إلى تفعيل الأدينيل سيكلاز adenylyl cyclase و زيادة c-AMP ولكن الكافيين والثيوفيللن الموجودين في القهوة والشاي على التوالي تثبط تكسير الـ CAMP وبالتالي فهي إيجابية التأثير العضلي الانحياز.

ويعمل الجلوكاجون Glucagon hormone على زيادة الـ CAMP وبالتالي تأثير ايجابي الانحياز وينصح به لعلاج بعض أمراض القلب. ويعمل الديجيتال Digitalis والأدوية المشابهة له على تثبيط مضخة الصوديوم والبوتاسيوم Sodium potassium pump في العضلة القلبية وينتج عن ذلك زيادة الصوديوم داخل الخلايا والذي يؤدي إلى زيادة مستوى شواردات الكالسيوم Ca^{++} في الخلايا و بالتالي زيادة قوة انقباض عضلة القلب. يؤدي نقص الأوكسجين وزيادة ثاني أكسيد الكربون الحماض والأدوية المهدئة مثل الجوانيديين و البروكانين أسيد والباربيتوريات تؤدي إلى نقص في انقباض عضلة القلب. قصور القلب "نقص داخلي". ويبين الجدول رقم (٢٢) التغيرات في وظيفة القلب عند الجهد.

الجدول رقم (٢٢). التغيرات في وظيفة القلب عند الجهد.

العمل	استعمال أكسجين	معدل النبض	نتائج القلب	حجم الفرق
	مل /دقيقة	نبضة/دقيقة	لتر/دقيقة	مل
الراحة	٢٦٧	٦٤	٦,٤	١٠٠
٢٨٨	٩١٠	١٠٤	١٣,١	١٢٦
٥٤٠	١٤٣٠	١٢٢	١٥,٢	١٢٥
٩٠٠	٢١٤٣	١٦١	١٧,٨	١١٠
١٢٦٠	٣٠٠٧	١٧٣	٢٠,٩	١٢٠

تأثير ممارسة الرياضة علي القلب

إن إحدى الاختلافات بين الأشخاص اللذين يتدربون والأشخاص اللذين لا يتدربون "رياضيا" وهو أن الرياضيين يملكون معدلات قلبية وحجم أكبر للبطين في نهاية الانقباض وحجم أكبر للنبضة أثناء الراحة وبالتالي يمكن لهم الوصول إلى زيادة معدل النتاج القلبي بزيادة أكثر في حجم الضربة. دون زيادة معدل القلب إلى الدرجة التي تزداد فيه عند الأشخاص اللذين لا يتدربون.

ضغط الدم الشرياني Arterial blood pressure

إن الضغط في الأورطي أو الشريان الأهر والشريان العضدي وكل الشرايين الكبيرة عند الإنسان سواء البالغ أو الشاب يقدر بمقدار الضغط الواقع على هذه الشرايين أثناء انقباض أو ارتخاء عضلة القلب ويتكون من ضغط الانقباض والضغط الانبساطي "الارتخائي".

١- الضغط الانقباضي systolic pressure

هو أعلى ضغط يمكن أن يحدث في الشريان أثناء انقباض القلب و دفع الدم في الشرايين ١٢٠ ملم زئبق خلال كل دورة قلبية .

٢- الضغط الانبساطي diastolic pressure

هو أقل كمية للضغط تحدث في الشرايين أثناء راحة القلب هو حوالي ٨٠ ملم زئبق، وقد اصطلح على كتابة الضغط الشرياني بشكل الضغط الانقباضي مقسوما على الانبساطي ١٢٠/٨٠ ملم زئبق.

٣- الضغط النبضي pulse pressure

هو الفرق بين الضغط الانقباضي و الانبساطي و هو حوالي ٤٠-٥٠ ملم زئبق
الضغط الوسطي "متوسط الضغط" mean arterial pressure ويسير الضغط
الوسطي إلى معدل الضغط عبر الدورة القلبية وهو يساوي:

$$= \text{الضغط الانبساطي} + \frac{1}{3} \text{الضغط النبضي}$$

$$= 80 + \frac{1}{3} \times 40$$

ويبلغ هذا الضغط في نهاية الشريانات حوالي ٣٠-٣٨ ملم زئبق كما أن
الضغط النبضي ينخفض بسرعة إلى حوالي ٥ ملم زئبق عند نهايات الشريانات .
ويؤثر قطر الشريانات على الضغط من حيث كونها متوسعة أو متقلصة .

الضغط الدموي الشرياني الطبيعي Normal Arterial blood pressure

إن الضغط الدموي الشرياني الطبيعي في الشريان العضدي في الأشخاص البالغين
في سن الشباب وفي وضع الجلوس أو الاسترخاء أثناء الراحة يبلغ حوالي ٨٠/١٢٠
مليمتر .

ويتأثر هذا الضغط بنتاج القلب CO والمقاومة المحيطية PR فإنه يتأثر بالعوامل أو الحالات التي تؤثر علي إحداهما أو كليهما.

العوامل تزيد نتاج القلب وقد يكون من الصعب الحصول على مقادير حقيقية للضغط عند شخص متوتر، ويؤثر نتاج القلب على الضغط الانقباضي فزيادة النتاج القلبي تؤدي إلى زيادة الضغط الانقباضي، ولكن زيادة المقاومة المحيطية أو المحيطية تؤدي إلى زيادة الضغط الانبساطي. ويوجد مقدار كبير من الخلاف والجدل حول وضع الحدود بين الضغط الطبيعي والضغط المرتفع "فرط ضغط الدم hypertension".

العوامل الفسيولوجية التي تؤثر علي ضغط الدم

١- العمر: مع تقدم العمر وهو أمر طبيعي و ليس مرضاً يحدث زيادة في معدلات الضغط الانبساطي والانقباضي في هذه الحالة يزداد الضغط الانقباضي أكثر من الانبساطي نتيجة فقد القدرة على تمدد الشرايين والتي تصبح جدرانها صلبة بشكل متزايد مع تقدم العمر. وعند نفس القيمة للنتاج القلبي يكون الضغط الانقباضي عند المسنين أكبر منه عند الشباب و ذلك بسبب انخفاض الزيادة في حجم الجهاز الشرياني أثناء الانقباض ليحتوي نفس مقدار الدم أو حجم الدم.

٢- الجنس: يزداد الضغط في الذكور عن الإناث بحوالي ٥ ملليمتر عند نفس العمر و هو سن البلوغ في الشباب ولكن يحدث تساوي في الضغط عند سن اليأس و يزداد في الإناث عن الذكور.

٣- ممارسة الرياضة: تعمل ممارسة الرياضة على زيادة إفراز هرمون الأدرينالين وبالتالي التأثير على مستقبلات β_1 في القلب و زيادة معدلات القلب و الضغط .

٤- تناول الأطعمة التي تحتوي علي كميات كبيرة من عنصر الصوديوم: تعمل على زيادة حجم البلازما وزيادة الماء فيها وبالتالي زيادة ضغط الدم الشرياني. وأيضاً

بعد تناول الطعام وامتصاصه يحدث زيادة في مستوى السوائل بالجسم ويزداد معها حجم البلازما وحجم الدم. وهناك بعض المشروبات الشعبية التي تؤثر على ضغط الدم مثل عرق السوس ويزيد من معدل الصوديوم في الدم وبالتالي يرتفع الضغط نتيجة كثرة تناول هذا المشروب وعلى العكس من ذلك يعمل الكركديه على خفض ضغط الدم.

٥- الوزن : يؤثر وزن الجسم على ضغط الدم حيث يزداد معه حجم الدم مما يؤدي إلى زيادة ضغط الدم في الأشخاص البدينين عن الأشخاص النحيفين. وهناك عوامل منظمه للضغط وهي:

- ١- الناتج القلبي: يؤثر على الضغط الانقباضي أساسا.
- ٢- حجم الدم: لابد من ثبات حجم الدم للحفاظ على ضغط الدم الطبيعي.
- ٣- المقاومة المحيطية (المحيطة): وتعتمد على قطر الشرايين في نهاية الشرايين وعلى لزوجة الدم.
- ٤- مرونة الشرايين: يحدث أثناء دفع الدم من القلب في الشرايين اتساع فيها وتؤدي إلى الحفاظ على الضغط من الزيادة كما ذكر من قبل فإن فقد مرونة الشرايين له دور هام في زيادة ضغط الدم.

طرق قياس ضغط الدم الشرياني methods of measuring blood pressure

من الثابت علميا أنه كلما زادت سرعة جريان الدم في وعاء دموي كلما انخفض الضغط الجانبي على الوعاء الذي يتمدد جداره. وعندما يضيق هذا الوعاء فإن سرعة جريان الدم في المنطقة المضيقة تزداد وضغط التمدد يتناقص .

عندما يضيق وعاء ما بآلية مرضية "كالتصلب العضدي" ينخفض الضغط الجانبي في منطقة الضيق و يميل الضيق للحفاظ على نفسه .

يمكن قياس ضغط الدم إذا أدخلت قنية داخل شريان مباشرة بواسطة مقياس ضغط زئبقي أو بواسطة مقياس توتر أو تدريجات مناسبة. وعند ربط الشريان فوق نقطة إدخال القناة يتم تسجيل الضغط ألالنهائي نتيجة توقف مرور الدم في الشريان و تحول الطاقة الحركية لمرور الدم الى طاقة ضغط.

١ - طريقة التسمع Auscultatory method

يتم قياس ضغط الدم الشرياني بواسطة طريقة التسمع و فيها يتم ربط كم قابل للنفخ يتصل بمقياس ضغط زئبقي "مقياس ضغط الدم" حول الذراع ويتم وضع السماعة الطبية فوق الشريان العضدي في المرفق. ثم يتم نفخ الكم بسرعة حتى يتجاوز الضغط فيه الضغط الانقباضي المتوقع في الشريان العضدي. وبالتالي يتم انسداد الشريان بالكم ولا يسمع أي صوت ثم يتم خفض الضغط داخل الكم ببطء بواسطة فتح الصمام الموجود على مضخة الهواء .

عندما تصل إلى النقطة التي يتجاوز فيها الضغط الانقباضي ضغط الكم فوراً تمر دفقة من الدم مع كل ضربة قلب بشكل متزامن مع ضربات القلب تسمع منه أصوات خفيفة تحت الكم، ويتم تسجيل الضغط الانقباضي وهو ضغط الكم الذي يتوافق مع أول صوت مسموع. و عندما يتم خفض ضغط الكم أكثر تصبح الأصوات أكثر قوة ثم بالزيادة خفض الضغط تصبح الأصوات خافتة ثم تختفي هذه الأصوات ويتم تسجيل الضغط الانبساطي، إن أصوات korotkow تنتج عن الدوران الاندفاعي في الشريان العضدي. إن طريقة التسمع دقيقة عندما تستخدم كما يجب ولكن هناك العديد من الملاحظات هي:

أ) يجب أن يكون الكم على مستوى القلب للحصول على قيمة لا تتأثر بالجاذبية.

ب) يمكن قياس الضغط الدموي في الفخذ بوضع رباط الضغط حول الفخذ ووضع السماعة فوق الشريان النابض ولكن توجد في الفخذ كمية أكبر من النسيج بين الشريان والكم أكثر مما يوجد في الذراع يتم تبديد بعض الضغط في الكم ، ولذلك فإن مقادير الضغط الناشئ عن استخدام كم ذراع قياسي تكون عالية بشكل كاذب ونفس الحالة تحدث عند قياس ضغط الشريان العضدي عند أشخاص ذوي اذرع بدينة لأن طبقة الدهن تؤدي إلى تبديد بعض الضغط في الكم.

وفي الحالتين يمكن الحصول على مقادير دقيقة باستخدام كم أوسع من كم القياس للذراع.

ويجب مقارنة الضغط الدموي في كلا الذراعين عند فحص المريض أول مرة و في وجود اختلافات رئيسية بين الضغط في الجانبين يشير إلى وجود انسداد وعائي.

٢- طريقة الجس Palpation method

يمكن قياس الضغط الانقباضي بنفخ الكم حول الذراع ثم جعل الضغط ينخفض و قياس الضغط الذي يصبح فيه النبض الكعبري radial pulse محسوسا لأول مرة . وبسبب صعوبة تعيين الضربة الأولى بدقة فإن المقادير التي يتم الحصول عليها أقل بحوالي ٢-٥ ملليمتر من طريقة التسمع .

يتم فقط بهذه الطريقة تسجيل ضغط الدم الانقباضي ثم جسسه بعد خفض الضغط داخل الكم وظهور النبض في الشريان الكعبري radial artery مرة أخرى.

الجهاز الهضمي وعملية الهضم

Digestive system & Digestion

الجهاز الهضمي

هو الجهاز المسؤول عن تحويل المواد المعقدة التركيب الموجودة في الطعام إلى مواد بسيطة التركيب وسهلة الامتصاص . ويتكون الجهاز الهضمي من القناة الهضمية وتبدأ بالفم وتنتهي بالشرج وتشمل الفم والبلعوم والمريء والمعدة والأمعاء ويتصل بالقناة الهضمية عدة غدد قنوية وتشمل الغدد اللعابية والكبد والبنكرياس وغدد جدار المعدة والأمعاء.

وتتم عملية الهضم والامتصاص في القناة الهضمية وتعتمد على العديد من الآليات التي تهضم الطعام وتدفعه في القناة الهضمية وتمزجه مع العصارات والأنزيمات الهاضمة التي تفرز من الغدد المتصلة بها . وبعض هذه الآليات تعتمد على وجود العضلات الملساء Smooth muscles وبعضها يحدث نتيجة رد الفعل المنعكس الناشئ عن الأعصاب الداخلية للمعدة والأمعاء والأعصاب الذاتية للجهاز العصبي الودي ونظير الودي وتأثيرات النواقل العصبية الكيميائية وأيضا هرمونات القناة الهضمية التي تفرز من الطبقة المخاطية المبطنة للقناة الهضمية.

خصائص القناة الهضمية

١- التركيب النسيجي للقناة الهضمية

تتركب القناة الهضمية من أربع طبقات وهي الطبقة المخاطية Mucosa والطبقة تحت المخاطية Submucosa والطبقة العضلية Muscularis وتتكون من عضلات ملساء أثنان منها طولية وواحدة عضلات دائرية. والطبقة المصلية Serosa وتغطي كل القناة الهضمية (ماعدا البلعوم والمريء ونهاية المستقيم).

٢- الجهاز العصبي الداخلي Intrinsic Innervation

توجد شبكتان رئيستان من الألياف العصبية وهي: الضفيرة العصبية المعوية (ضفيرة أورباخ) وتوجد بين الطبقة العضلية الطولية الخارجية والدائرية الوسطى. الضفيرة تحت المخاطية (ضفيرة مايسنر) وتوجد بين الطبقة المخاطية والطبقة الدائرية الوسطى. وهذه الضفائر متصلة داخليا وتحتوي على خلايا عصبية حركية تغذي العضلات الملساء وخلايا عصبية إفرازية تنظم الجزء الداخلي للإفراز وخارجي الإفراز للطبقة المخاطية وأيضاً خلايا عصبية حسية. كما توجد خلايا عصبية ودية ونظير ودية للجهاز العصبي الذاتي أو اللاإرادي Autonomic nervous system حيث تفرز الأعصاب الأسيتيل كولين والسيروتونين والجابا GABA وعديدات الببتيد والتي تفرزها الخلايا العصبية وتؤثر كنواقل عصبية في المشابك العصبية وبعضها ينتشر في السوائل خارج الخلايا ECF ويؤثر بشكل جار غدي Paracrine والبعض الآخر يفرز في الدم في صورة هرمونات القناة الهضمية. وللجهاز العصبي الداخلي وظائف هي:

١- الضفيرة تحت المخاطية هي المسؤولة عن تنظيم الإفراز الصماوي والخارجي في خلايا القناة الهضمية.

٢- الضفيرة العصبية المعوية وهي تساعد على حركة العضلات الملساء عصبية المنشأ.

٣- الجهاز العصبي الذاتي أو التعصب الخارجي Extrinsic innervation

يتصل الجهاز العصبي الذاتي الودي أو نظير الودي بالقناة الهضمية وينظم عملية الهضم سواء في الإفراز الأنزيمي أو الحركات المعدية والمعوية. وللأعصاب الودية وظائف هي:

- الأعصاب الودية (النورأدرنرجية Adrenrgic): تؤثر هذه الأعصاب على القناة الهضمية وتحدث ارتخاء في العضلات الملساء لجدار المعدة والأمعاء وإنقاص الحركة في المعدة والأمعاء ولكن تسبب انقباض صمام فتحة البواب للمعدة.

- الأعصاب نظير الودية (الكولينرجية Cholinergic): تؤثر هذه الأعصاب على القناة الهضمية فتعمل على زيادة فعالية انقباض العضلات الملساء وزيادة حركة المعدة والأمعاء وهضم الطعام ولكن تسبب ارتخاء في الصمامات ومرور الطعام من المعدة إلى الأمعاء. تتصل هذه الأعصاب بالصفيرة تحت المخاطية والعضلية المعوية.

بعض الألياف الودية (العصب ما بعد العقدة العصبية) تنتهي في الخلايا العصبية الكولينرجية بعد العقدة حيث تثبط إفراز الأسيتيل كولين . والبعض الآخر ينتهي مباشرة على الخلايا العضلية الملساء المعوية . وبعضها يتصل بالأوعية الدموية المعوية حيث تعمل على انقباضها . وتغذي الأوعية الدموية بأعصاب مزدوجة (خارجية ودية وداخلية) عن طريق الألياف الببتيدية للجهاز العصبي الداخلي.

٤- الحركة في الجهاز الهضمي

الحركة التمعجية Peristalsis هي استجابة انعكاسية تبدأ في جدار المعدة والأمعاء نتيجة حدوث امتلاء بالطعام وتحدث هذه الحركة في كل أجزاء القناة الهضمية من المريء حتى المستقيم . تحدث هذه الحركة نتيجة حدوث تقلصات دائرية تسبقها منطقة ارتخاء

وتعمل هذه الموجة على دفع محتويات القناة الهضمية بمعدل 2-25 cm sec. يحدث الأستيل كولين انقباض خلف الموجة. أما VIP فيحدث ارتخاء أمام الموجة التمعجية.

هرمونات القناة الهضمية Gastrointestinal hormones

تفرز الطبقة المخاطية بمجموعة من عديد الببتيدات تعرف بهرمونات القناة الهضمية وتفرز من المعدة و العفج والأمعاء الدقيقة . وتعمل هذه الهرمونات على تنشيط أو تثبيط وظائف القناة الهضمية حيث تفرز في الدم كإفرازات صماء وتدور في الدم وتصل إلى خلايا المعدة والبنكرياس والمرارة. وينشط إفرازها نتيجة وجود الطعام في القناة الهضمية. وأهم هذه الهرمونات هرمون الجاسترين وهرمون السكرتين وهرمون بنكروزيمين CCK-PZ. (الجدول رقم ٢٣).

الجدول رقم (٢٣). هرمونات القناة الهضمية.

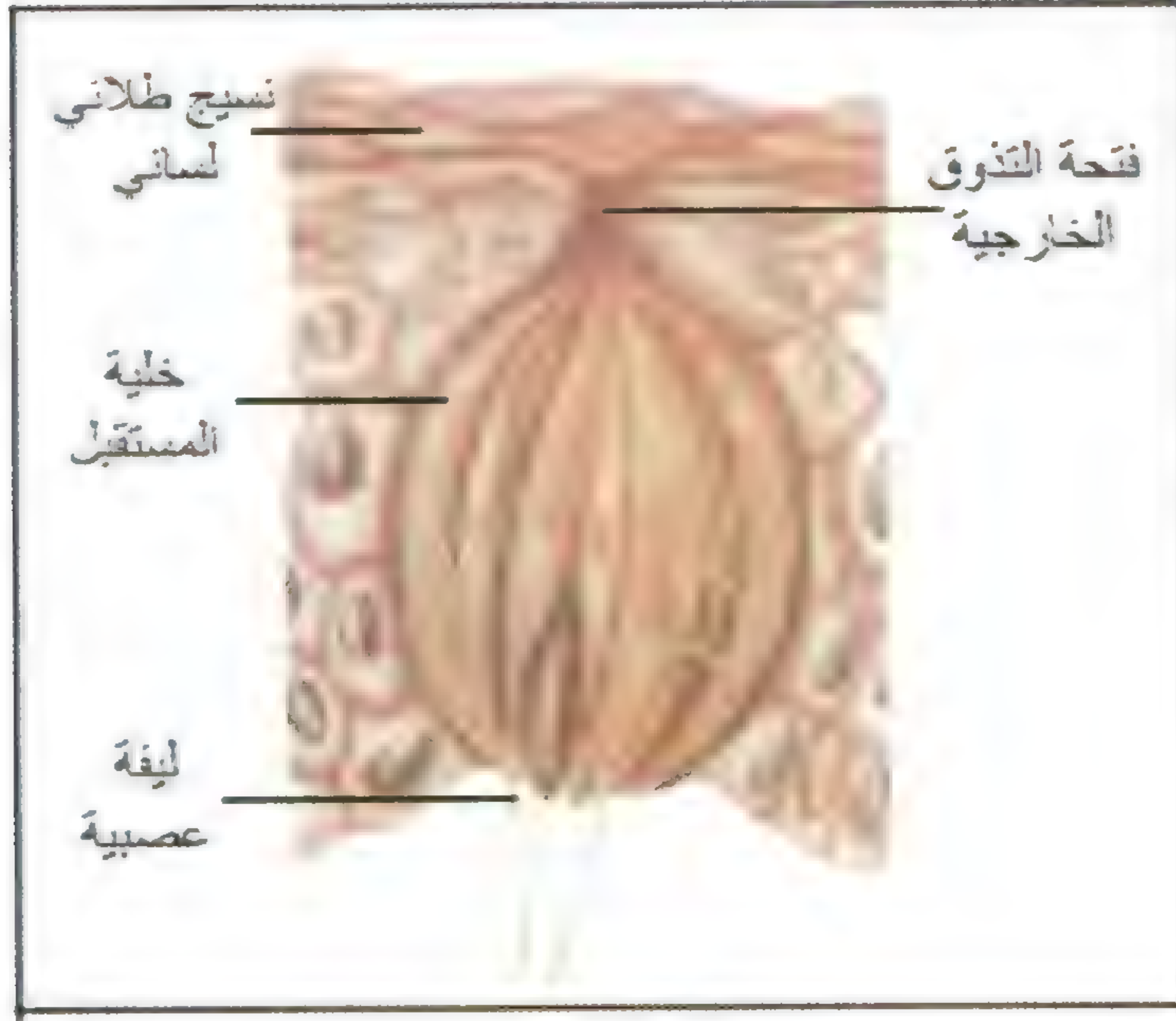
الهرمون	مكان إفرازه	المواد الحاثية	وظائف الهرمون
١- هرمون الجاسترين Gastrin hormone	خلايا المعدة في منطقة البواب G- Cells	وجود بروتينات وأحماض أمينية والأعصاب نظير الودية (العصب المبهم Vagus N.	ينشط إفرازات المعدة ينشط حمض المعدة وينشط إفراز الببسينوجين & HCl Pepsinogen
٢- هرمون السكرتين Secretin hormone	الإثني عشر أو العفج duodenum	وجود بروتينات أو أحماض أمينية في الإثني عشر.	يساعد على إفراز بيكربونات من البنكرياس لمعادلة الحموضة. ويقلل من إفرازات المعدة.
			زيادة التوتر في صمام البواب. وينشط تكوين العصارة المرارية من الكبد.

تابع الجدول رقم (٢٣).

الهرمون	مكان إفرازه	المواد الحاثية	وظائف الهرمون
٣- كولي سيستوكين بنكروزيمين Cholecystokinin- pancreozymin CCK- PZ	الإثني عشر أو العفج	وجود أحماض دهنية أو أحماض أمينية	زيادة إفراز pancreatic enzyme معدل إفراز البنكرياس. تفريغ الحوصلة المرارية وإفراز الصفراء .
٤- الإنتروجاسترون Enterogasteron	الأمعاء الدقيقة	زيادة كمية الدهون في العفج	يشيط حركة المعدة غلق صمام البواب
٥- بيتيد مثبط معدي Gastric inhibitory peptide GIP	العفج والصائم	دهون وسكريات في الأمعاء	يشط حركة المعدة وإفرازاتها. وينشط إفراز الأنسولين
٦- بيتايد معوي فعال وعائياً " VIP "		زيادة الحموضة في الأمعاء	إفراز عصارة البنكرياس يوسع الأوعية الدموية ويشط حركة المعدة
٧- سوماتوستاتين Somatostatin hormone	يفرز من كل الأماكن الآتية : جدار الأمعاء الدقيقة - تحت المهاد في المخ Hypothalamus - وخلايا " د " من البنكرياس D-Cells	وجود الأحماض الأمينية في الأمعاء	يشط إفراز كل الهرمونات الآتية: Gastrin - Secretin - VIP - GIP. ويشط حركة وإفرازات المعدة ويشط عصارة البنكرياس. ويعمل على تفريغ محتويات المسرارة من الصفراء .
٨- الهستامين Histamine	خلايا المعدة		ينشط إفراز حمض المعدة من خلال تأثيره على مستقبلات H2 الخاصة بالهستامين ويزيد من حركة المعدة يوسع شرايين القناة الهضمية.

الهضم في الفم Mouth Digestion

يحتوي تجويف الفم على اللسان والأسنان ويعمل اللسان على تحريك الطعام أثناء عملية المضغ وعملية البلع . كما يقوم بتذوق الطعام من خلال مستقبلات كيميائية موجودة على البزاعم الحسية لحاسة التذوق (الشكل رقم ٣٧) حيث يعمل اللعاب على إذابة بعض مكونات الطعام التي تثير هذه المستقبلات مثل السكريات ويعطي الطعم الحلو والأملاح وتعطي الطعم المالح ويوجد أيضا الطعم المر.



الشكل رقم (٣٧). يوضح تركيب براعم التذوق في اللسان.

الأسنان عددها في الإنسان البالغ 32 سنة وتكون من القواطع والأنياب والضروس وتقوم القواطع بقطع الطعام إلى جزيئات صغيرة يسهل مضغها وتقوم الأنياب بتمزيق اللحوم الموجودة في الطعام وتقوم الضروس بطحن الطعام وتسهيل عملية المضغ وبلع الطعام ويساعد إفراز الغدد اللعابية " اللعاب " على تكوين البلعة التي يدفعها اللسان إلى تجويف البلعوم ثم تنتقل بطريقه لا إرادية إلى المريء ثم المعدة.

الغدد اللعابية Salivary glands

تفرز هذه الغدد إفرازاً مائياً يسمى اللعاب الذي يحتوي على إنزيمات هاضمة ومخاط وأملاح معدنية وبعض الهرمونات.

الغدد اللعابية : هي مجموعة من الغدد مثل الغدد حول الفم وحول الشفتين والغدد الحنكية وثلاثة أزواج من الغدد اللعابية وهي الغدة النكافية والغدد تحت اللسان والغدد تحت الفكين.

أولاً: الغدد النكافية Parotid glands

تفرز لعاباً غنياً بالإنزيمات الهاضمة " إنزيم اميليز اللعاب " وإفرازها مائي لا يحتوي على مخاط.

ثانياً: الغدة تحت اللسان Sublingual glands

توجد تحت اللسان وتفرز المخاط وإنزيم الليباز اللساني.

ثالثاً: الغدد تحت الفك submandibular glands

وتوجد تحت الفكين وتفرز إنزيمات هاضمة Digestive enzymes ومخاط

.Mucous

اللعاب Saliva

هو إفراز الغدد اللعابية وهو عبارة عن إفراز مائي يحتوي على إنزيمات هاضمة ومواد عضوية وغير عضوية وأملاح معدنية ومخاط.

تركيب اللعاب Composition of saliva

تقدر كمية اللعاب التي تفرزها الغدد اللعابية في اليوم حوالي 1.5 لتر في الإنسان وهو إفراز متعادل الحموضة PH يعادل 7. ويتكون اللعاب من:

١- الماء ويمثل حوالي 99.5 %.

٢- مواد صلبة تحتوي على مواد عضوية وغير عضوية وتمثل 0.5 %.

(أ) المواد العضوية وتشمل الإنزيمات الهاضمة - المخاط - البولة - الكرياتين

(ب) المواد غير العضوية : وتشمل البيكربونات - الفوسفات - الكلوريدات - الصوديوم - البوتاسيوم - الكالسيوم - المغنيسيوم.

إنزيمات اللعاب salivary enzymes

يحتوي اللعاب على مواد عضوية هي مجموعة من الإنزيمات الهاضمة:

١- إنزيم الأميليز salivary amylase أو التيالين Ptyalin ويفرز في لعاب الإنسان ويعمل على هضم المواد النشوية المطبوخة فقط .

٢- إنزيمات أخرى مثل:

إنزيم المالتيز Maltase

وإنزيم الليسوزوم Lysozomes

إنزيم الكتاليز Catalase

إنزيم اليوريز Urease

وظائف اللعاب Functions of saliva

- ١- يعمل إنزيم الليسوزوم Lysozyme كمطهر للفم وقاتل للبكتيريا .
- ٢- ترطيب الفم وتسهيل عملية المضغ والبلع وتكوين البلعة Bolus .
- ٣- له دور في عملية تذوق الطعام بواسطة إذابة المواد السكرية والأملاح .
- ٤- يخفف من تأثير المواد الحريفة في الفم ويضبط درجة حرارة الطعام في الإنسان .
- ٥- يعمل اللعاب على إزالة بقايا الأطعمة من الفم مما يمنع تكاثر البكتيريا المسببة للرائحة الكريهة في الفم ويمنع تسوس الأسنان .
- ٦- ينظم السوائل في الجسم " التوازن المائي "

٧- يفرز في اللعاب بعض المواد العضوية مثل اليوريا والمواد غير العضوية مثل الرصاص والزنك واليود و الفلورين.

٨- يحتوي اللعاب على بعض الهرمونات مثل الكورتيزول و الجلوكاجون وبعض عوامل النمو.

تنظيم إفراز الغدة اللعابية Regulation of secretion

يوضح الجدول رقم (٢٤) تأثير الأعصاب الذاتية "الودية ونظير الودية".

الجدول رقم (٢٤). تأثير الأعصاب الذاتية "الودية ونظير الودية".

تأثير الأعصاب الودية Sympathetic Nerves	تأثير الأعصاب الودية Sympathetic Nerves	تأثير الأعصاب نظير الودية Para Sympathetic Nerves
إفراز لعاب قليل وشحيح ولزج Viscous	إفراز كثير من اللعاب الغني بالأملاح المعدنية وبه قليل من المواد العضوية وقليل اللزوجة	إفراز كثير من اللعاب الغني بالأملاح المعدنية وبه قليل من المواد العضوية وقليل اللزوجة
الأوعية المغذية - يحدث انقباض في الأوعية الدموية المغذية للغدة اللعابية .	الأوعية المغذية - يحدث انقباض في الأوعية الدموية المغذية للغدة اللعابية .	الأوعية المغذية - يحدث انقباض في الأوعية الدموية المغذية للغدة اللعابية .
حدوث تقلص في جدار القنوات اللعابية .	حدوث تقلص في جدار القنوات اللعابية .	حدوث تقلص في جدار القنوات اللعابية .
إفراز لعاب قليل من الغدة اللعابية .	إفراز لعاب قليل من الغدة اللعابية .	إفراز لعاب كثير

ويعمل الجهاز العصبي الودي ونظير الودي على الغدة اللعابية معاً. ويتم تنظيم إفراز اللعاب أثناء عملية الهضم داخل الفم.

التحكم العصبي في إفراز اللعاب

يتم ذلك نتيجة رد الفعل المنعكس (وانظر الجدول رقم ٢٥):

- ١- المرحلة الرأسية Cephalic Phase "عصبية" وتحدث قبل دخول الطعام إلى الفم وتسمى رد الفعل المشروط Conditioned Reflex .
- ٢- المرحلة الفمية Buccal Phase وتحدث عند وجود الطعام داخل تجويف الفم " رد فعل غير مشروط " Unconditioned Reflex .
- ٣- المرحلة المعدية المعوية Gastrointestinal Phase وتحدث بعد عملية بلع الطعام نتيجة رد فعل غير مشروط Unconditioned Reflex .

الجدول رقم (٢٥). رد الفعل المشروط، ورد الفعل المنعكس غير المشروط.

رد الفعل المشروط Conditioned Reflex	رد الفعل المنعكس غير المشروط Unconditioned Reflex
مسؤول عن إفراز مرحلة الدماغ للعاب مثل تجربة العالم الروسي بافلوف Pavlov's Experiment	مسؤول عن المرحلة الفمية والمرحلة المعدية والمعوية
ينشط الإفراز بواسطة الرؤية - السمع - الشم - التفكير في الطعام عن طريق مستقبلات الرؤية والسمع والشم	ينشط الإفراز بواسطة وجود الطعام في الفم عن طريق مستقبلات التذوق في الفم
تنقل الإشارات العصبية إلى المخ عن طريق العصب البصري Visual والشمي والسمعي وتنشط المراكز العصبية في القشرة المخية ثم النخاع المستطيل	تنقل الإشارات العصبية عن طريق العصب السباع والتاسع المخي إلى النخاع المستطيل مباشرة دون المرور بالقشرة المخية
ينشط الغدة بواسطة العصب الوارد من المخ " محرك " سواء ودي أو نظير ودي	ينشط الغدة بواسطة العصب الوارد " محرك " سواء ودي أو نظير ودي

الهضم في المعدة Gastric Digestion

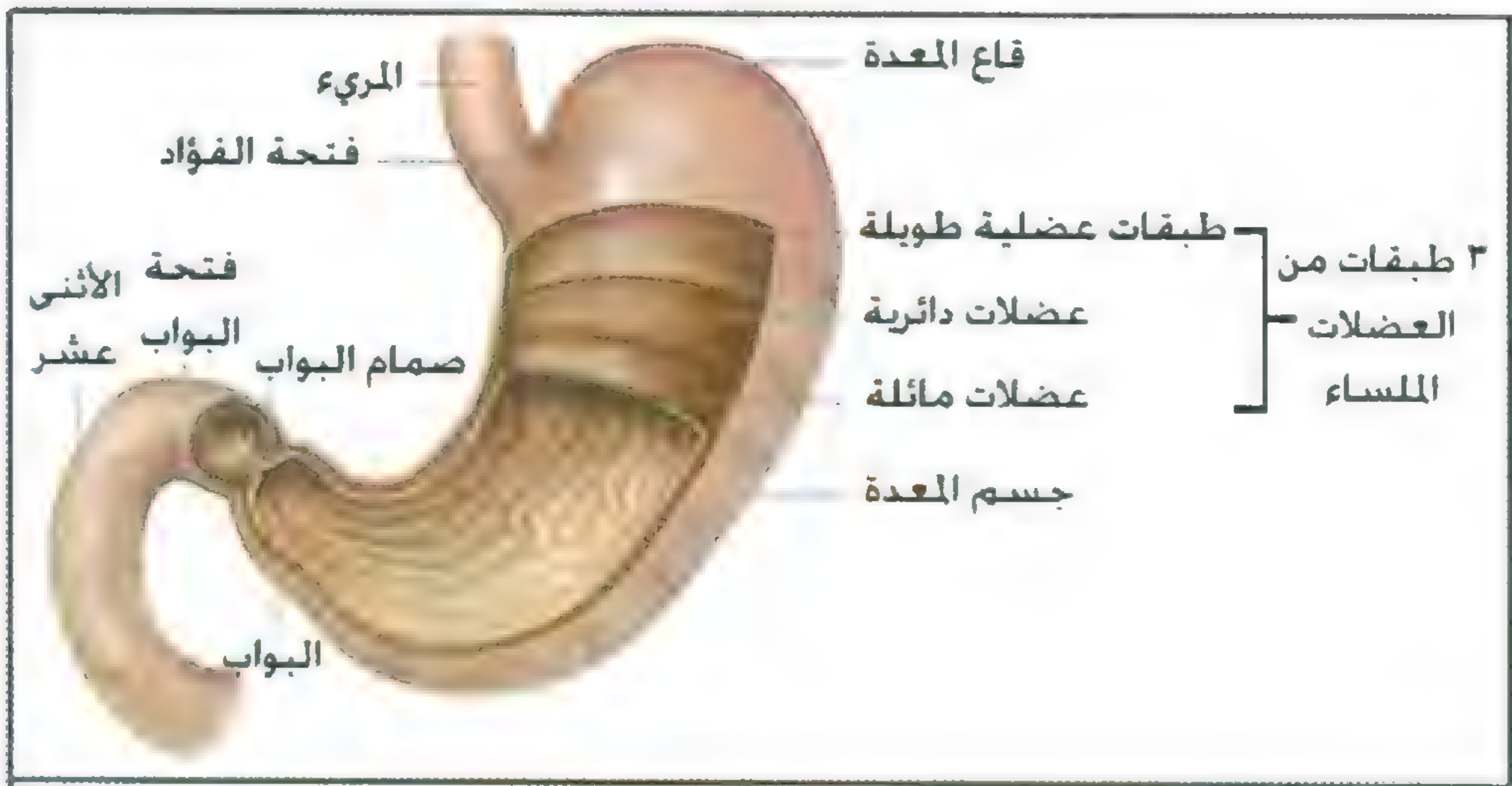
المعدة Stomach

المعدة (الشكل رقم ٣٨) هي عبارة عن اتساع عضلي يتكون من طبقتين من العضلات الطولية وطبقة واحدة من العضلات الدائرية وتوجد في تجويف البطن علي

الجانب الأيسر وتتصل بنهاية المريء عن طريق الصمام الفؤادي وتفتح في الأمعاء الدقيقة بواسطة الصمام البواب.

تفرز المعدة عصارة تهضم البروتينات والدهون الخفيفة وتتكون هذه العصارة من عدة إنزيمات هاضمة كما تفرز أيضا حمض الهيدروكلوريك HCl. وينقسم الغشاء المخاطي المبطن للمعدة إلى ثلاث مناطق وهي:

- ١- المنطقة الفؤادية cardiac region وتوجد في بداية المعدة وتتصل بالمريء
- ٢- المنطقة الجوفية " قاع المعدة " Fundic region وتحتوي على الغدد الجوفية وتتكون من خلايا مخاطية تفرز المخاط والخلايا الأساسية وتفرز الإنزيمات الهاضمة والخلايا الجدارية أو الحمضية Parietal cells وتفرز حمض الهيدروكلوريك HCl والعامل الداخلي .
- ٣- المنطقة البوابية Pyloric region وتفرز هرمون الجاسترين Gastrin hormone من خلايا " G " وتفرز أيضا المخاط mucous .



الشكل رقم (٣٨). يوضح تركيب المعدة وتوزيع العضلات الملساء في جدار المعدة.

تركيب العصارة المعدية

أولاً: حجم العصارة المعدية في الإنسان: حوالي 3 - 2 لتر في اليوم. ودرجة الأس الهيدروجيني "pH" في الإنسان البالغ 3 - 1.5 و في الأطفال 6 - 5. ثانياً: التركيب: تتكون هذه العصارة من الماء الذي يمثل حوالي 99 % ومواد عضوية وغير عضوية تمثل 1 %.

المواد العضوية: تتكون من المخاط Mucin، والعامل الداخلي Intrinsic factor، ومن الإنزيمات الهاضمة مثل:

١ - إنزيم الببسينوجين "الببسين" Pepsinogen enzyme.

٢ - الليباز المعدي Gastric Lipase.

٣ - إنزيم الجلاتيناز Gletainase.

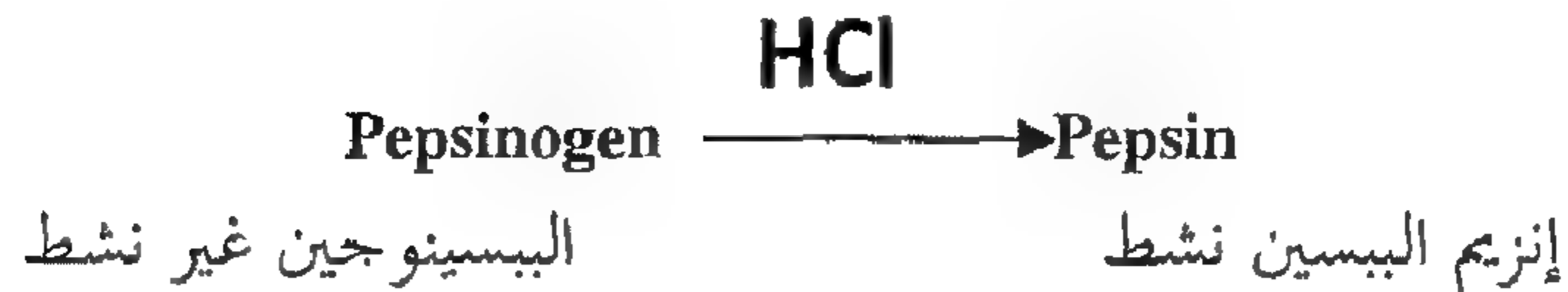
المواد غير العضوية: مثل حمض الهيدروكلوريك "حمض المعدة" والذي يوفر درجة الأس الهيدروجيني للمعدة لتكون حامضية.

وظائف العصارة المعدية ودورها في عملية الهضم

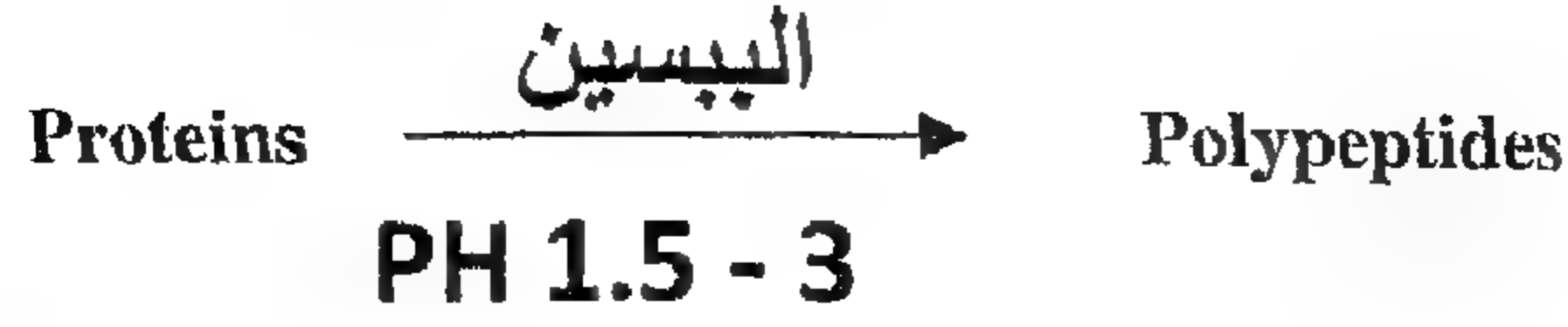
أولاً: وظائف الإنزيمات الهاضمة: إنزيم الببسينوجين "الببسين" ويفرز في صورة غير نشطة "الببسينوجين" ويتم تنشيطه بواسطة عدة عوامل منها:

أ) حمض الهيدروكلوريك HCl.

ب) الببسين وبطريقة التنظيم الذاتي.



إنزيم الببسين: يعمل على هضم البروتينات في المعدة إلى عديد الببتيد.



ويحول هذا الإنزيم البروتين إلى بروتينوز Proteases بيتون Peptones عديد الببتيدات Polypeptides. ويزداد نشاط هذا الإنزيم في درجة أس هيدروجيني حوالي 3-1.5 ويفقد نشاطه عند حوالي 5 أو أكثر، ويتم تنشيط إفرازه بواسطة هرمون الجاسترين والأستيل كولين والهستامين.

إنزيم الليباز المعدي Gastric lipase: يفرز من المعدة بكميات صغيرة ولا يعمل على الدهون لأنه يحتاج إلى درجة أس هيدروجيني شبه متعادل ويعمل فقط على هضم الدهون الخفيفة Butter fat .

إنزيم الجلوتيناز Glatinase: ويهضم الجلوتين الموجود في طعام الإنسان .

المخاط Mucin: يفرز المخاط من المنطقة الفؤادية للمعدة وهو عبارة عن بروتين

سكري Glycoprotein .

وظيفة المخاط Functions of mucin: يعمل على إقامة طبقة عازلة بين الغشاء المبطن للمعدة ومحتويات المعدة لحماية المعدة من تأثير حمض الهيدروكلوريك وفي حالة نقص الإفراز يؤدي إلى تآكل جدار المعدة وحدوث قرح في المعدة.

العامل الداخلي Intrinsic factor: وهو عامل بروتيني يفرز من المنطقة الجوفية للمعدة ويساعد هذا العامل على امتصاص فيتامين ب^{١٢} " Vit B12 " ونقصه يسبب الأنيميا الخبيثة.

وظائف حامض المعدة الهيدروكلوريك "HCl"

١- ينشط إنزيم الببسينوجين إلى الببسين pepsin .

٢- يوفر الوسط الحامضي داخل المعدة والمهم جدا لهضم البروتينات 3-1.5-PH

- ٣- يقضي على البكتيريا التي تدخل مع الطعام إلى المعدة .
- ٤- يساعد على امتصاص كل من الحديد Iron والكالسيوم Ca^{++} حيث يحول الحديد من صورته الحديدية Fe^{++} إلى صورة الحديدوز Fe^{++} فيسهل امتصاصه.
- ٥- ينظم عملية تفريغ المعدة . حيث إن وجود الكيموس الحامضي Acid Chyme في الاثني عشر يعمل على تأخير عملية تفريغ محتويات المعدة من الطعام المهضوم.
- ٦- ينظم حامض المعدة بطريقة غير مباشرة إفراز العصارة الصفراء من الكبد والعصارة البنكرياسية من البنكرياس وينظم إفراز هرمون السكرتين Secretin.
- تكوين حامض المعدة**

يتم إفراز حامض HCl تحت تأثير هرمون الجاسترين والذي يفرز من خلايا G الموجودة في المنطقة البوابية Pyloric region في المعدة:

- ١- يدخل ثاني أكسيد الكربون CO_2 إلى داخل الخلايا الجدارية Parietal cells.
- ٢- يتحد CO_2 مع الماء H_2O داخل هذه الخلايا في وجود أنزيم يسمى Carbonic Anhydrase " C.A " كربونيك أنهيدريز " وتتكون حامض الكربونيك H_2CO_3 الذي يتأين إلى شوارد الهيدروجين H^+ والبيكربونات HCO_3^- .
- ٣- يفرز البيكربونات HCO_3^- في الدم بعد تكوين H^+ وبالتالي يحدث زيادة في قلوية الدم " مؤقتة " أثناء إفراز حامض المعدة.
- ٤- يحدث تبادل بين شوارد الكلور Cl^- و HCO_3^- ويدخل من الدم إلى الخلايا الجدارية.
- ٥- يفرز وينقل بالنقل النشط Active Transport كل من شوارد H^+ وشوارد الكلور Cl^- إلى تجويف المعدة ويتكون حامض Hcl.

٦- يفرز مرة أخرى شوارد البيكربونات HCO_3^- مع العصارة البنكرياسية وبالتالي

فإن تغير قلوية الدم بعد إفراز حامض المعدة تكون مؤقتة Alkaline tide .

تنظيم إفراز حامض المعدة

يوضح الجدول رقم (٢٦) تنظيم إفراز حامض المعدة:

الجدول رقم (٢٦). تنظيم إفراز حامض المعدة.	
منشطات الإفراز	مثبطات الإفراز
الاستيل كولين Acetyl choline	هرمون السكرتين
هرمون الجاسترين Gastrin H.	هرمون CCK
الهستامين Histamine: ويعمل الهستامين من خلال مستقبلات H_2 الموجودة في هرمون VIP المعدة لتنشيط إفراز حامض HCl .	
ويتم تثبيط هذه الحاثات بواسطة الأدوية التي تعالج قرحة المعدة مثل Cimetidine.	

العلاقة بين هرمون الجاسترين وحامض المعدة

توجد علاقة Ve Feed-back بين حامض المعدة ومعدل الجاسترين أولا ينظم هرمون الجاسترين وينشط إفرازها حامض المعدة ولكن عند زيادة معدل إفراز حامض المعدة HCl يقل إفراز الجاسترين "تنظيم ذاتي لحامض المعدة"؛ ولذلك أهمية فسيولوجية حيث يمنع ويحمي الغشاء المبطن للمعدة من تأثير حامض المعدة عند زيادته.

تنظيم إفراز العصارة المعدية

يتم تنظيم إفراز العصارة المعدية بواسطة التنظيم العصبي والهرموني وينقسم التنظيم العصبي إلى ثلاث مراحل:

١- المرحلة الأولى "المرحلة الدماغية": ويحدث فيها رد فعل منعكس مشروط وغير مشروط.

٢- المرحلة الثانية " مرحلة المعدة " (المعدية): وتحدث بعد دخول الطعام إلى المعدة حيث يحدث ما يأتي:

- (أ) رد فعل منعكس موضعي ينشط إفراز هرمون الجاسترين.
 - (ب) تنشيط العصب الحائر Vagus nerve.
 - (ج) امتلاء وشد المنطقة البوابية بالطعام يصاحبه إفراز لهرمون الجاسترين.
- ٣- المرحلة الثالثة " مرحلة الأمعاء " (المعوية):
- (أ) وجود الطعام في الأمعاء " خصوصاً الاثنى عشر " وخاصة مستخلص اللحوم، وجود عديد الببتيدات.
 - (ب) وجود دهون كثيرة - أملاح عالية التوتر في العفج " الاثنى عشر " يؤدي إلى تثبيط كل من إفراز هرمون الجاسترين وكذلك حركة المعدة نتيجة تنشيط هرمون Entrogasterone H.

الحركة المعدية

Gastric Motility

تحتوي المعدة علي طبقة من العضلات الملساء الطولية والدائرية ويؤدي انقباض هذه العضلات إلي حدوث الحركات المعدية. وهناك نوعان من الحركة المعدية:

- ١- حركات المعدة الخالية من الطعام.
- ٢- حركات المعدة الممتلئة بالطعام.

أولاً: حركات المعدة الخالية من الطعام

تقلصات ضعيفة منتظمة Tonus Rhythm

هي حركات ضعيفة الشدة ومنتظمة وتحدث بين ٢-٤ دقائق وتبدأ من منطقة القاع وتمتد حتى منطقة البواب وتعتمد على محاور عصبية موضعية.

تقلصات الجوع أو الحركة أثناء الجوع Hunger Contraction

هي تقلصات قوية تحدث أثناء الجوع في الإنسان. وتبدأ بحركة تمعج متوسطة وتزداد لمدة ٦٠ دقيقة. وتحدث آلام وإحساس الجوع ولكن ليست هذه الحركة هي المسؤولة عن الإحساس بالجوع. يعتمد الإحساس بالجوع على مستوى الجلوكوز في الدم وهو أحد العوامل التي تساعد على تنظيم تناول الطعام حيث يوجد في تحت المهاد مركز الجوع والتغذية Feeding Centre ومركز الشبع Satiety Centre عند زيادة مستوى السكر " الجلوكوز " في الدم ينشط مركز الشبع وبالتالي يثبط مركز التغذية وتختفي الرغبة في تناول الطعام.

ولكن في الجوع والصيام يحدث نقص في مستوى الجلوكوز في الدم ويصاحب ذلك نشاط لمركز التغذية Feeding Centre وإعطاء الإحساس بالجوع وتناول الطعام وليس انقباض المعدة هو المسؤول عن هذا الإحساس. وفي نفس الوقت يزداد نشاط العصب الحائر الذي يؤدي إلى انقباض المعدة.

ثانياً: حركة المعدة الممتلئة بالطعام

١ - حركة ارتخاء استقبالي Receptive relaxation:

وتحدث عند دخول الطعام إلى المعدة حيث يحدث ارتخاء في عضلات المعدة وذلك لزيادة حجم المعدة لاستقبال الطعام.

٢ - حركة التمعج Peristaltic Movements :

(أ) تبدأ حركة التمعج عند امتلاء المعدة بالطعام وتتكون من موجات انقباضية مسبقة بموجة ارتخاء في جدار المعدة.

(ب) تبدأ هذه الحركات من قاع المعدة إلى المنطقة البوابية وتزداد عند البواب.

(ج) تزداد شدة هذه الانقباضات بواسطة العصب المبهم " الحائر " وأيضا هرمون الجاسترين H. Gastrin وتقل بواسطة زيادة نشاط الجهاز العصبي الودي وهرمون السكرتين H. Secretin.

الأهمية الفسيولوجية لحركة التمعج

١- تعمل هذه الحركة على خلط مكونات الطعام مع العصارة المعدية وتساعد على هضم الطعام.

٢- تعمل على تفريغ محتويات المعدة السائلة إلى العفج "الاثني عشر".

٣- الحركة التمعجية العكسية Antiperistaltic Movements

وتحدث عكس اتجاه الحركة التمعجية أي من منطقة البواب إلى قاع المعدة وتعمل على رجوع الطعام الصلب وشبه الصلب من البواب إلى قاع المعدة لهضمه.

العوامل التي تؤثر على عملية تفريغ محتويات المعدة

١- الجهاز العصبي

نشاط العصب المبهم Vagus ينشط حركة المعدة ولكن العصب الودي يؤخر عملية تفريغ المعدة يثبط حركة المعدة ويغلق الصمام البوابي.

٢- عوامل كيميائية

- الأدوية التي تعمل على الجهاز نظير الودي .
- بيكربونات الصوديوم .
- المنبهات والقهوة والشاي .

كلها عوامل منشطة لحركة المعدة، أما العوامل المثبطة:

- الأدوية التي تعمل على الجهاز الودي.
- الأتروبين Atropine.
- السموم البكتيرية.

٣- تمدد المعدة

التمدد البسيط للمعدة ينشط حركة المعدة ولكن التمدد الشديد يقلل من حركة المعدة.

٤- محتويات الأمعاء

- وجود حامض HCl والبروتينات والمحاليل عالية التوتر في منطقة العفج " الاثنى عشر " يعمل على تعطيل تفريغ المعدة لكي تعطى الوقت الكافي لهضم محتويات المعدة
- الدهون تنشط هرمون الأنتروجاسترون H. Enterogasterone والذي يعمل على تثبيط عملية تفريغ محتويات المعدة .

٥- القيء Vomiting

القيء هو عملية طرد محتويات المعدة عن طريق الفم.

كيفية التقيؤ Mechanism of vomiting

القيء عبارة عن رد فعل منعكس يمر في العصب المبهم إلى مركز القيء في النخاع المستطيل ويعود عن طريق العصب المبهم وإثارة منطقة حساسة للتغيرات الكيميائية .

- ١- يسبق حدوث القيء إحساس بالغثيان Nausea وزيادة معدل إفراز اللعاب وزيادة عدد ضربات القلب وانخفاض ضغط الدم .

٢- يحدث حركة تمعجية عكسية تبدأ بعيدة عن المعدة في الأمعاء الدقيقة وتمتد في اتجاه المعدة وتسير بمعدل 3 - 2 سم في كل دقيقة وتدفع هذه الحركة بمكونات الأمعاء إلى العفج والمعدة وبامتلاء العفج تحدث انقباضات عصبية في كل منهما ويصاحب ذلك ارتخاء في صمام الفؤاد .

٣- يحدث اندفاع للمحتويات إلى المريء ثم الفم .

٤- يحدث انقباض في عضلات البطن والحجاب الحاجز مما يزيد الضغط على المعدة وارتفاع الضغط داخلها . ويصاحب ذلك حدوث شهيق عميق وغلق فتحة الزمار وارتفاع سقف الحنك الرخو ليسد فتحة الأنف الداخلية .

أسباب القيء

- ١- رد فعل منعكس من أماكن مختلفة من الجسم من المعدة والعفج " الاثنى عشر " التهابات في الكلية والأذن الوسطى .
- ٢- أسباب ميكانيكية : تنبيه آخر اللسان وسقف الحنك البلعوم .
- ٣- مواد كيميائية ومواد سامة .
- ٤- مواد منشطة لمنطقة Chemoreceptor trigger Zone مثل : الأبوبورفين ولكن الكلوروبرومازين يعمل على تثبيط عملية القيء .

الهضم في الأمعاء

Intestinal Digestion

تمتد الأمعاء الدقيقة من صمام البواب عند العفج إلى الأعور في الأمعاء الغليظة

وتتكون من ثلاث مناطق هي:

١- العفج " الاثنى عشر " duodenum .

٢- الصائم .

٣- اللفائفي Ileum .

وتحتوي الأمعاء على مجموعة كبيرة من الخلايا مثل:

- ١- غدد برونر Brunner's Glands: وتوجد في العفج وتفرز مخاطاً قاعدياً غنياً بـ بيكربونات الصوديوم . وتعمل على حماية الأمعاء من الأحماض القادمة مع الكيموس Chymes من المعدة . تفرز أيضاً كميات كبيرة من البيكربونات .
- ٢- لطخات بايرز Peyer's Patches: وهي غدد لمفاوية منتشرة داخل جدار الأمعاء وتعمل على تكوين الأجسام المناعية التي تحمي الجسم.
- ٣- خبايا ليبركين Lieberkuhn Crypts: هي عبارة عن ندبات في جدار الأمعاء وتمتد من سطح الخلايا الخارجية لها نتوءات تشبه الأصابع تسمى الزغبات Villi وتحتوي على شبكة من الأوعية الدموية ووعاء لمفاوي يسمى اللاكتيل Lacteal وتعمل هذه الزغبات على الامتصاص وتحتوي الأمعاء على خلايا تفرز مجموعة من الإنزيمات الهاضمة وخلايا صماء تفرز السيروتونين والهرمونات المعوية التي تنظم وظائف الأمعاء .

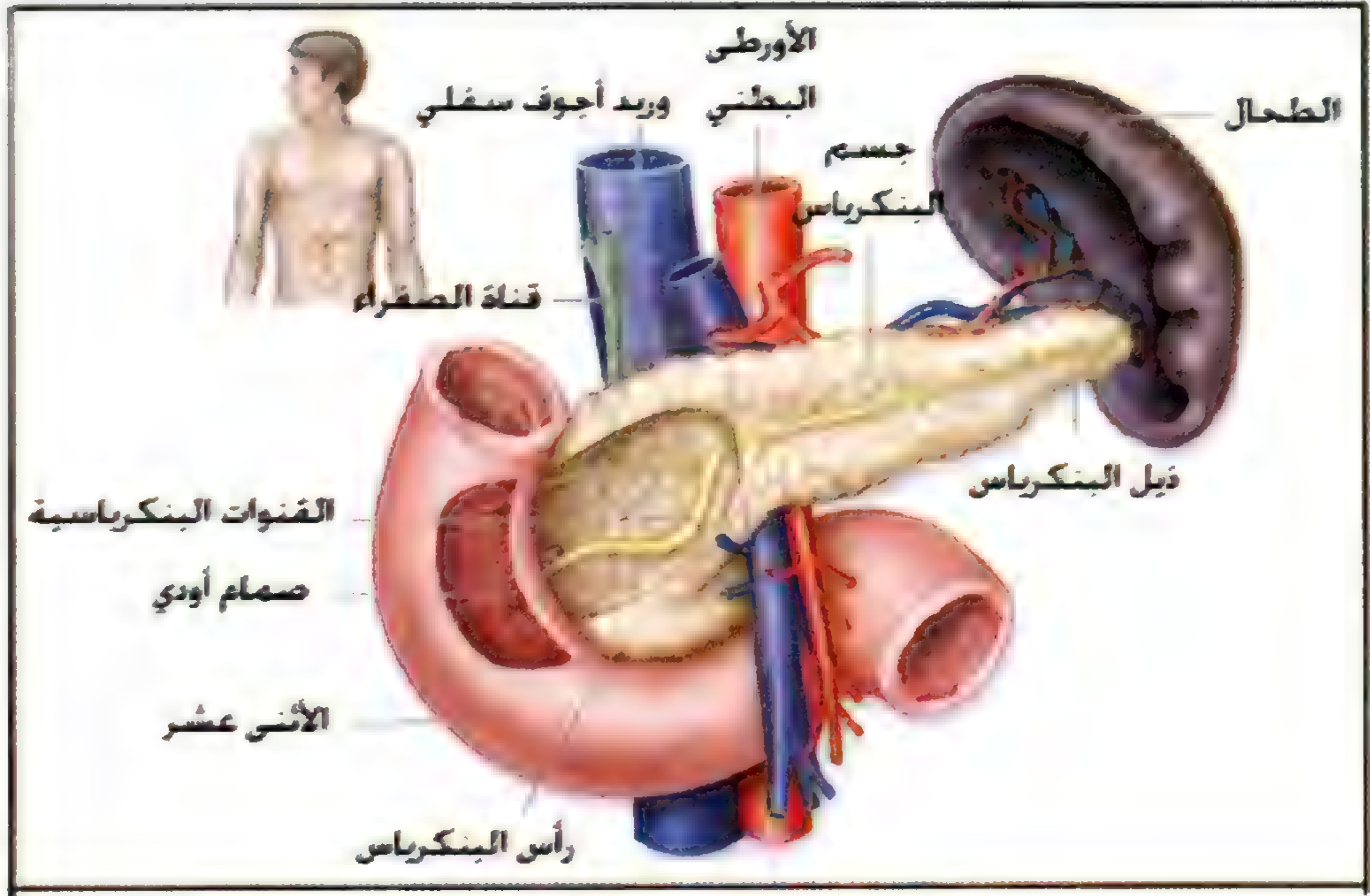
العصارات التي تفرز داخل الأمعاء الدقيقة

- ١- العصارة البنكرياسية : وتفرز من البنكرياس Pancreatic Juice .
- ٢- العصارة الصفراء : وتفرز من الكبد Bile .
- ٣- العصارة المعوية : وتفرز من غدد خاصة في جدار الأمعاء الدقيقة Intestinal secretion.

أولاً: العصارة البنكرياسية Pancreatic Juice

يعمل البنكرياس (الشكل رقم ٣٩) كغدة قنوية وغدد لا قنوية صماء وكغدة صماء يفرز مجموعة من الهرمونات مثل هرمون الأنسولين الذي يفرز من خلايا B

وهرمون الجلوكاجون Glucagon ويفرز من خلايا ألفا " α " وهرمون السوماتوستاتين ويفرز من خلايا D من جزر لانجرهانز Islets of Langerhans .
ولكن يعمل البنكرياس على إفراز العصارات الهاضمة " العصارة البنكرياسية " والتي تعمل على هضم الدهون والبروتينات والكربوهيدرات وتفرز هذه العصارة مباشرة في قناة البنكرياس إلى العفج مشتركة مع قناة العصارة الصفراوية.



الشكل رقم (٣٩). يوضح تركيب غدة البنكرياس.

والعصارة البنكرياسية هي:

- هي عصارة تحتوي على مجموعة من الإنزيمات الهاضمة لكل من الدهون والبروتينات والكربوهيدرات .

- تحتوي هذه العصارة على أملاح البيكربونات بكميات كبيرة والتي تعمل على معادلة الأحماض القادمة من المعدة مع الكيموس المعدي .
- الأس الهيدروجيني PH 7.4 - 7.8 والكمية 1 - 2 لتر في اليوم .
- أما إنزيمات البنكرياس والوظائف الخاصة بها فهي:
- ١- إنزيمات هاضمة للبروتينات:

- التربسين Trypsin .
- الكيموتريرسين Chymotrypsin .
- وتفرز في صورة خاملة غير نشطة ويتم تنشيطه بواسطة إنزيم Enterokinase .
- وتعمل هذه الإنزيمات على الروابط الببتيدية التي تربط الأحماض الأمينية معاً في جزيء البروتين محطمة هذه الروابط وتعطي مركبات أبسط.

عديد الببتيدات إلى ← الببتيدات البسيطة

- الكاربوكسي ببتيداز Carboxypeptidase: ويعمل على مجموعة الكربوكسيل الموجودة في البروتينات.

٢- إنزيمات هاضمة للدهون Enzyme Digest Fats:

- إنزيم الليباز Pancreatic Lipase: يعمل على تحليل الدهون إلى أحماض دهنية وجلسرول.
- إنزيم الكلوستيروول استريز Cholesterol esterase enzyme: يحلل الكولسترول.
- إنزيم الفوسفوليبيز Phospholipase enzyme: يعمل على تحليل "الدهون الفسفورية".

٣- إنزيمات تعمل على هضم الكربوهيدرات Carbohydrates: إنزيم الأميليز البنكرياسي Pancreatic Amylase يعمل على تحليل النشا والنشا الحيواني والكربوهيدرات غير العضوية ويحللها إلى سكريات ثنائية "مالتوز و سكروز". ويعمل هذا الإنزيم على هضم أي من هذه المركبات غير المطبوخة على عكس الأميليز اللعابي الذي يعمل على النشا المطبوخة الموجودة في الطعام.

٤- البيكربونات Bicarbonates:

- تفرز العصارة البنكرياسية كمية وفيرة من البيكربونات وخاصة بيكربونات الصوديوم التي تعمل على معادلة حموضة الطعام القادم إلى منطقة العفج لكي يتم عمل الإنزيمات الهاضمة عليها وتفرز البيكربونات مع كمية كثيرة من الماء
- ينشط إفراز البيكربونات هرمون السكرتين Secretin H. والذي يفرز من العفج والصائم " الأعلى " .

كيفية تكوين البيكربونات

Mechanism of Bicarbonate formation

١- يعمل إنزيم الكربونيك أنهيدريز Carbonic anhydrase الموجود في خلايا القنوات البنكرياسية على اتحاد كل من ثاني أكسيد الكربون CO_2 والماء H_2O وتكوين حامض الكربونيك الذي يتأين إلى HCO_3^- بيكربونات + شوارد الهيدروجين H^+ .

٢- يحدث تبادل بين شوارد الهيدروجين وشوارد الصوديوم بواسطة النقل النشط ويدخل شوارد الهيدروجين H^+ إلى الدم مسبباً زيادة في حموضة الدم Acidosis تكون مؤقتة نتيجة إفراز العصارة البنكرياسية التي تحتوي على البيكربونات القاعدية.

٣- يفرز شوارد الصوديوم Na^+ وشواردات البيكربونات HCO_3^- إلى تجويف القنيات البنكرياسية " Ductules " ويتكون البيكربونات التي تفرز مع العصارة البنكرياسية.

تنظيم إفراز العصارة البنكرياسية Regulation of Pancreatic secretion

التحكم العصبي

عن طريق الجهاز العصبي نظير الودي Parasympathetic عن طريق العصب المبهم Vagus N. والذي ينشط إفراز العصارة البنكرياسية وتكون كميتها قليلة الحجم والبيكربونات ولكن غنية بالإنزيمات الهاضمة .

الجهاز العصبي الودي يعمل على إحباط إفراز العصارة البنكرياسية خاصة البيكربونات نتيجة تأثير على مستقبلات ألفا وبالتالي فإن الإجهاد العصبي وزيادة نشاط الجهاز العصبي الودي يؤدي إلى حدوث قرحة الاثني عشر Duodenal Peptic ulcer نتيجة نقص إفراز البيكربونات التي تعادل الحموضة في منطقة العفج " الاثني عشر " .

التنظيم "التحكم" الهرموني Hormonal regulation

بعد وصول الكيموس الحامضي إلى العفج يبدأ البنكرياس في إفراز كمية كبيرة من العصارة الغنية بـ البيكربونات وذلك تحت تأثير هرمون السكرتين Secretin H. (الجدول رقم ٢٧).

ملحوظة هامة

يعمل النيكوتين Nicotine الموجود في التبغ " الدخان " على إحباط عمل هرمون السكرتين وبالتالي إحباط إفراز البنكرياس للعصارة البنكرياسية التي تحتوي على كميات

هائلة من البيكربونات ويؤدي ذلك إلى نقص البيكربونات وبالتالي زيادة الحموضة في منطقة العفج مما يؤدي إلى حدوث قرحة الاثني عشر نتيجة التدخين.

الجدول رقم (٢٧). الهرمونات المسؤولة عن تنظيم إفراز العصارة البنكرياسية.

هرمون السكرتين Secretin H.	الكولي ستوكين بنكريوزيم Cholecystokinin Pancreozymin
عبارة عن 27 حامضاً أمينياً ويفرز من العفج والجزء الأعلى من الصائم	عبارة عن 33 حامضاً أمينياً ويفرز أيضاً من العفج والصائم .
ينشط إفراز هذا الهرمون بواسطة وجود الكيموس الحامضي في العفج	ينشط في وجود الببتون والأحماض الدهنية في العفج
يعمل على إفراز كميات هائلة من البيكربونات لكي يعادل حموضة المعدة " القادمة مع الطعام "	يعمل على إفراز العصارة الغنية بالإنزيمات الهاضمة
يثبط عمل حركة المعدة وإفرازاتها وينشط الأمعاء وإفرازاتها	يثبط حركة المعد وإفرازاتها

العصارة الصفراء Bile secretion

تفرز الكبد العصارة الصفراء Bile في القنوات المرارية الكبدية الصغيرة والتي تتجمع وتكون القناة المرارية الرئيسة والتي تصب إفرازها في المرارة أو في الاثني عشر في الأمعاء الدقيقة (الشكل رقم ٤٠).

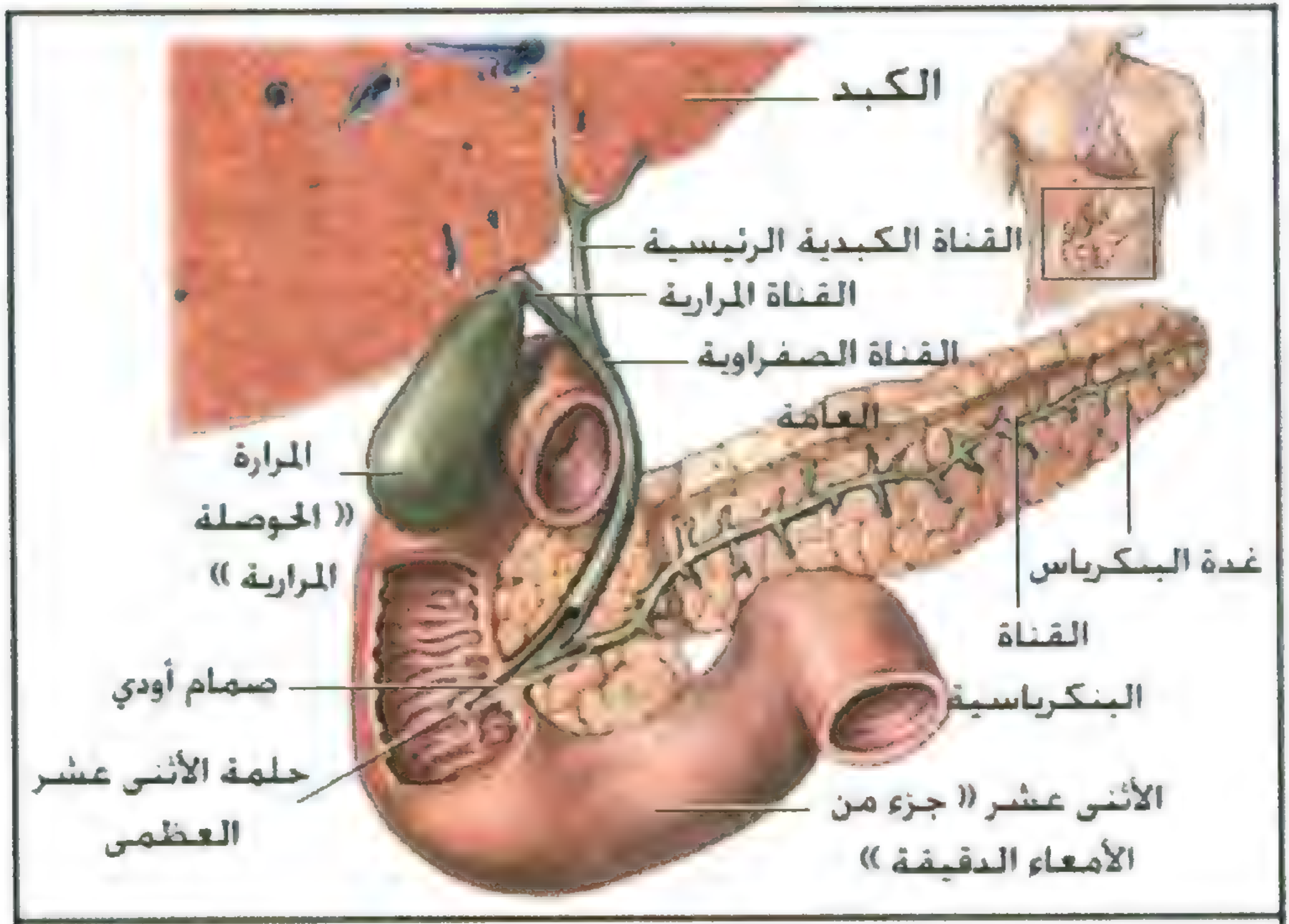
وبالتالي يوجد نوعان من الصفراء وهما الصفراء المفرزة من الكبد مباشرة دون تخزين في المرارة والصفراء المخزنة بالمرارة (الجدول رقم ٢٨، و ٢٩).

الجدول رقم (٢٨). صفراء المرارة و صفراء الكبد.

صفراء المرارة	صفراء الكبد
تفرز مباشرة من خلايا الكبد ثم تخزن في الحوصلة المرارية Gall bladder ويحدث لها تركيز وتصبح حامضية .	تفرز من خلايا الكبد إلى القنوات المرارية ثم إلى الاثني عشر دون تخزين

الجدول رقم (٢٩). صفراء المرارة وصفراء الكبد.

المكونات	صفراء المرارة	صفراء الكبد
الماء	% 92	% 98
أملاح الصفراء	% 69	% 19
صبغات الصفراء	% 0.39	% g 0.04
الكلوستيروول	% g 0.3 – 0.9	% g 0.1
البكربونات	10m Eq/L	28 m Eq/L
الكالسيوم	23m Eq/L	5m Eq/L



الشكل رقم (٤٠). يوضح غدة البنكرياس والكبد والحوصلة المرارية والقنوات المرارية.

إفراز الصفراء من الكبد والمرارة

عملية تفريغ محتويات المرارة

- ١- يحدث ارتخاء في صمام أودي (Oddi) لكي تمر الصفراء من القناة المرارية إلى العفج .
- ٢- تنقبض المرارة وتدفع الصفراء إلى القناة المرارية .

تنظيم تفريغ المرارة

- ١- تأثير الجهاز العصبي نظير الودي عن طريق العصب المبهم ولكن تأثيره ضعيف .
- ٢- التنظيم الهرموني : بواسطة هرمون الكولي ستيوكنين Cholecystokinin الذي يحدث تقلصات وانقباضاً في جدار المرارة . نتيجة وجود الدهون في تجويف الأمعاء الدقيقة " العفج " . الدهون تساعد على تنشيط إفراز هرمون الكولي ستيوكنين من الأمعاء .

وظائف المرارة Functions of gall bladder

- ١- تخزين الصفراء بين الوجبات .
 - ٢- تركيز صفراء الكبد نتيجة امتصاص الصوديوم بواسطة النقل النشط والكلور والبيكربونات والماء بواسطة الامتصاص البسيط .
 - ٣- تغيير الأس الهيدروجيني لصفراء الكبد من القلوي PH 7.8 إلى الحامضي PH 6.7 لمنع ترسيب الكالسيوم وبالتالي تكون الحصوات في المرارة .
 - ٤- تفرز المخاط الأبيض White Mucous .
 - ٥- تفرغ محتويات الصفراء إلى الاثنى عشر في حالة وجود الدهون به .
- ويبين الجدول رقم (٣٠) المواد المكونة للصفراء والمواد المدرة لها.

الجدول رقم (٣٠). المواد المكونة للصفراء والمواد المدرة لها.

مواد مدرة للصفراء Cholagogues	مواد مكونة للصفراء Choleretics
مواد تسبب تفرغ محتويات المرارة من الصفراء وتزيد من إفراز المرارة	مواد تنشط إفراز الصفراء من الكبد
هرمون الكولي ستيوكنين CCK	أملاح الصفراء Bile Salte
الأسيتل كولين تأثير ضعيف	هرمون الجاسترين Gastrin H. هرمون السكرتين Secretin H.
كبريتات المغنيسيوم	الأسيتل كولين

ملحوظة: تعمل أملاح الصفراء التي تمتص مرة أخرى من الأمعاء إلى الدم حوالي 94 % من أملاح الصفراء على تنشيط الكبد مرة أخرى لإفراز الصفراء .

أملاح الصفراء

تفرز أملاح الصفراء في العصارة الصفراوية من الكبد وتتكون أساساً من الكلوستيرول Cholesterol الذي يتحول إلى حمض الكولييك Cholic acid وحمض الكينوداي أو كسي كولييك Chenodexy cholic acid .

ويتحد مع الجليسين Glycine أو التورين Taurine لتكوين الجلو كولييك والتور كولييك لأملاح الصوديوم والبوتاسيوم وتعمل أملاح الصفراء عدة وظائف هامة .

ولكن صبغات الصفراء Bile Pigments ليس لها أي دور في عمليات الهضم

وتتكون من صبغات بليروين - بليفردن Biliverdim - Bilirubin

تتكون صبغات صفراء وخضراء اللون وهي ناتج تكسير الهيم في كريات الدم الحمراء . ولها أهمية إكلينيكية هامة حيث تزداد في حالة مرض اليرقان والتهابات الكبد الفيروسية وتزداد معدلها في الدم عن الطبيعي % 0.2 - 0.8 mg وإذا زادت إلى حوالي 2 mg % أو أكثر في الدم فإنها تدل على وجود مرض الصفراء Jaundice أو اليرقان .

وظائف أملاح الصفراء "وظائف العصارة الصفراوية"

- ١- تعمل على تحويل الدهون إلى مستحلب هني وتعمل على تقليل التوتر السطحي لها مما يسهل عملية هضم الدهون بواسطة الإنزيمات الهاضمة .
- ٢- تساعد على امتصاص الأحماض الدهنية والكلوستيروول والدهون .
- ٣- تساعد على امتصاص الفيتامينات التي تذوب في الدهون مثل فيتامين أ ، د ، هـ ، ك Vit. A ,D,E,K .
- ٤- تنشيط إفراز الصفراء من الكبد Choleretics .
- ٥- تمنع تكون حصوات المرارة نتيجة منع ترسيب الكلوستيروول في الصفراء .
- ٦- تعمل أملاح الصفراء على تنشيط حركة الأمعاء ولذلك تستخدم كملين حيث تعمل على تنشيط الحركة التمعجية " الدودية للأمعاء " .
- ٧- تنشيط إنزيم الليباز الذي يعمل على هضم الدهون .
- ٨- تساعد بطريقة غير مباشرة على هضم البروتينات نتيجة هضم الدهون .

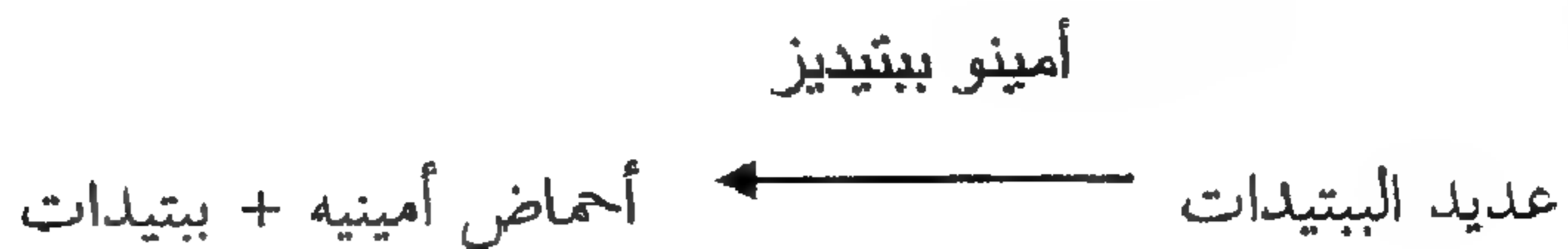
العصارة المعوية Intestinal Secretion

تتكون العصارة المعوية من سائل يحتوي على البيكربونات 8.3 - 7.5 PH وأملاح الصوديوم والمخاط ومجموعة من الإنزيمات الهاضمة .

إنزيمات العصارة المعوية Intestinal enzyme

١- الببتيداز peptidase

- أمينو ببتيداز Amino peptidase: ويعمل على عديد الببتيدات ويحوله إلى أحماض أمينية .



● ثنائي الببتيديز

ثنائي الببتيد ← ٢ حامض أميني

٢- إنزيم يعمل على السكريات الثنائية **Disaccharidase**

السكريات الثنائية ← السكريات أحادية

● المالتيز: يحول سكر المالتوز " الشعير إلى ٢ جلوكوز



● لاكتيز **Lactase enzyme**: يعمل على تحويل سكر اللبن Lactose إلى سكر

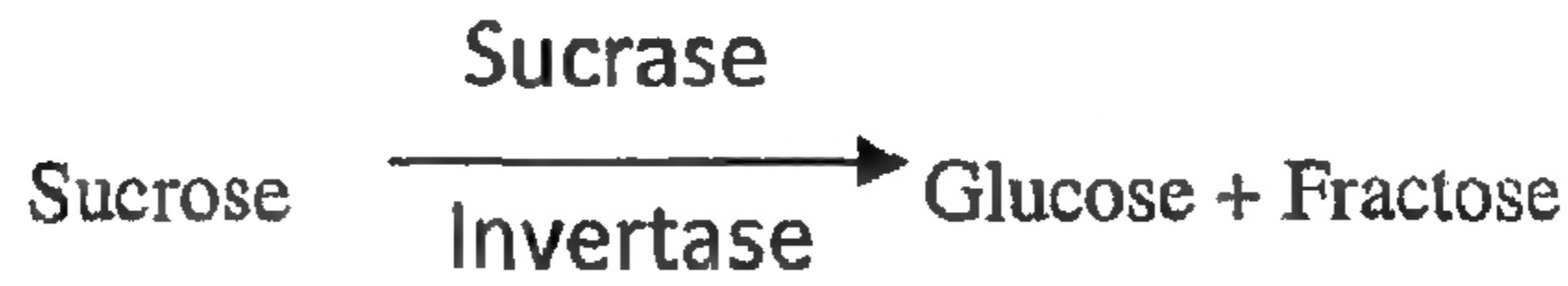
الجلوكوز والجلاكتوز .



جلاكتوز + جلوكوز → سكر اللبن

● السكرينز **Sucrase enzyme**: يحول السكروز Sucrose إلى جلوكوز " سكر

العنب " + فركتوز " سكر الفاكهة "



٣- الأميليز المعوي **Intestinal Amylase**: يعمل على هضم النشا مع الأميليز

البنكرياسي واللعابي.

٤- الليباز المعوي **Intestinal lipase**: يعمل على هضم الدهون المتعادلة إلى

أحماض دهنية وجلسرول.

٥- نوكلياز Nuclease: ويعمل على هضم الأحماض النووية والقواعد النيتروجينية.

٦- الفوسفاتيز Phosphatase: ويعمل على هضم الفوسفات العضوي.

الحركة في الأمعاء

Intestinal Movements

تعتمد الحركة في الأمعاء على وجود طبقتين من العضلات الملساء أحدهما طولية والأخرى مستعرضة أو دائرية. وبين هاتين الطبقتين توجد العضلة العضلية وهذه العضلة يتشابك معها أعصاب محركة تأتي من الجهاز العصبي نظير الودي عن طريق العصب المبهم " العاشر " Vagusn والأعصاب الودية من الحبل الشوكي وتعمل هذه الأعصاب على تنبيه الحركة المعوية وتسمى حركة معتمدة على الأعصاب (Neurogenic) (ولكن توجد حركات معوية لا تعتمد على هذه الأعصاب لوجود ضفيري ماستر " ضفيرة حسية " وضفيرة أورباخ " ضفيرة حركية " وتعمل في حالة قطع الأعصاب عن الأمعاء وتسمى هذه الحركة " حركة عضلية المنشأ " Mogenic Movement.

أنواع الحركات المعوية

١- حركة التمعج " الدودية " Peristaltic Movement

هي عبارة عن موجات متتابعة من الانقباضات ويسبقها ارتخاء وتحدث نتيجة لرد فعل يعتمد على وجود ضفيرة أورباخ . حيث إن قطع هذه الضفيرة يؤدي إلى اختفاء هذه الحركة أي أنها Neurogenic M. .

تحدث الحركة نتيجة لوجود الطعام نصف المهضوم ملاصقاً لجدار الأمعاء ويعمل على تنشيط خلايا ضفيرة أورباخ وحيث يبدأ الانقباض. وظيفة هذه الحركة هي:

- دفع الطعام إلى الأمام في الأمعاء .

- خلط محتويات الأمعاء مع العصارات الهاضمة وتساعد على الهضم .
- تساعد على امتصاص الطعام .

٢- حركة التقطيع Segmentation movement

لا تعتمد هذه الحركة على تنبيه الأعصاب ولكنها حركة عضلية المنشأ Myogenic. يحدث انقباض الأمعاء على مسافات متساوية مسببة تقطيع محتويات الأمعاء إلى قطع بيضاوية متساوية ثم تحدث انقباضات أخرى في الأماكن بين الانقباض .

٣- الحركة التمعية العكسية

تحدث في عكس اتجاه الحركة وتحدث في الاثنى عشر فتساعد على خلط الكيموس مع البيكربونات ومعادلة الحموضة .
تحدث عند اللغائف لتعمل على تأخير تفريغ الغذاء من الأمعاء الدقيقة إلى الغليظة.

٤- الحركة التوترية Tonic movement

تسبب هذه الحركة عصر محتويات الأمعاء وزيادة الضغط داخل الأمعاء وبالتالي تساعد على الامتصاص .
تعتمد على وجود العصب المبهم وإذا زادت شدتها سببت الإحساس بالمغص المعوي Intestinal colic وتعالج بإعطاء مثبطات للجهاز نظير الودي مثل عقار الأتروين Atropine .

٥- الحركة البندولية Pendular movement

يحدث مثل البندول وهي حركة عضلية المنشأ ولا تتأثر بالأعصاب اللاإرادية فيها يتحرك جزء من الأمعاء فوق محتويات الأمعاء بصورة أرجحية مسبباً اهتزاز مكونات الأمعاء . وتساعد على امتصاص الطعام .

٦- حركة الزغبات " الحلمات Villary movement

- وهي حركة طويلة تحدث في الزغبات المبطنة لجدار الأمعاء.

- تنشط هذه الحركة بواسطة هرمون Villikinin وأملاح الصفراء والعصب المبهم.
- تساعد على امتصاص الطعام وعصر البنية والأوعية الدموية.

الامتصاص

Absorption

تتم عملية امتصاص الطعام المهضوم في الأمعاء الدقيقة بواسطة الخلايا " الزغبات " الموجودة على سطح غشاء المخاطي المبطن للأمعاء الدقيقة وتساعد بعض أنواع حركة الأمعاء على الامتصاص وأيضا زيادة التغذية الدموية في الأمعاء تؤدي إلى زيادة معدل الامتصاص. ويمتص الطعام المهضوم في عدة صور وهي:

١- السكريات: تمتص السكريات من الأمعاء الدقيقة في صورة سكريات أحادية وهي سكر الجلوكوز Glucose ، الفركتوز Fructose ، وسكر الجالكتوز Galactose ويتم امتصاص الجلوكوز بطريقة الانتشار المساعد بالنقل المشترك مع شواردات الصوديوم ثم ينتشر الجلوكوز من الطرف الآخر للخلايا المعوية بواسطة الانتشار البسيط إلى السوائل بين الخلايا . ويمتص الجالكتوز بنفس طريقة امتصاص الجلوكوز ولكن باستخدام ناقل بروتيني آخر على غشاء الخلايا المبطنة للأمعاء . ويتم امتصاص الفركتوز بواسطة ناقل بروتيني آخر دون الاعتماد على شواردات الصوديوم .

بعد امتصاص السكريات الأحادية من الأمعاء تذهب إلى الدورة الدموية البابية للكبد حيث يتم في الكبد استقلاب السكريات وإنتاج الطاقة ثم يتم اختزان السكر الزائد عن حاجة الجسم في الكبد في صورة جلايكوجين أو نشا حيواني بمعدل 5 % من وزن الكبد ويخزن أيضا في العضلات في صورة جلايكوجين بنسبة 1 % من وزن العضلة .

٢- البروتينات: تمتص البروتين في صورة أحماض أمينية وذلك بواسطة النقل المساعد أو الانتشار المساعد بالنقل المشترك مع شواردات الصوديوم بنفس طريقة امتصاص الجلوكوز ولكن باستخدام نواقل أخرى على غشاء الخلايا .

٣- **الدهون:** تمتص الدهون في صورة أحماض دهنية وجلسرول ويعتمد امتصاص الدهون على طول السلسلة الكربونية للأحماض الدهنية تمتص الأحماض الدهنية المكونة من أكثر من 12 ذرة كربون وتذهب إلى الأوعية اللمفاوية ثم إلى الدم عن طريق القناة الصدرية ولكن الأحماض الدهنية الأقل من 10 ذرات كربون تذهب إلى الدورة البابية للكبد مباشرة .

٤- **امتصاص الماء والأملاح:** يتم امتصاص 98 % من الماء والأملاح من القناة الهضمية ويكون أعلى معدل امتصاص للماء في اللفائفي والصائم في الأمعاء الدقيقة ثم من القولون في الأمعاء الغليظة .

٥- **امتصاص عنصر الصوديوم:** يتم امتصاص الصوديوم من خلال الغشاء المخاطي المبطن لخلايا الأمعاء بواسطة النواقل المشتركة على غشاء الخلايا كما توجد مضخة الصوديوم والبوتاسيوم التي تعمل على الغشاء الخارجي لخلايا الأمعاء . يمتص الصوديوم بواسطة النقل النشط في القولون ويمتص معه الماء أيضا امتصاص البوتاسيوم والكلور يتم بواسطة نواقل مشتركة .

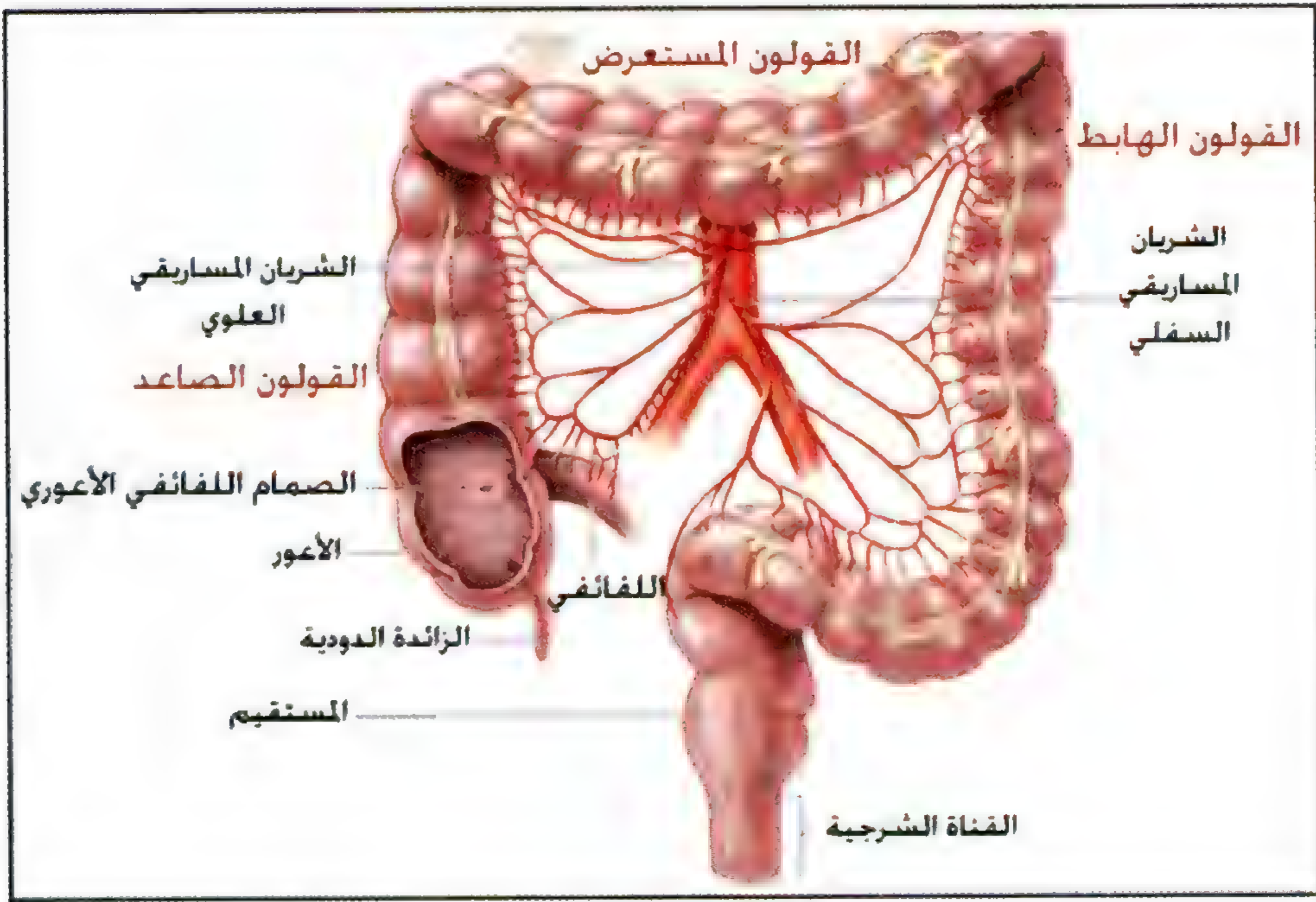
٦- **امتصاص الكالسيوم:** يتم امتصاص الكالسيوم بواسطة النقل النشط بواسطة فيتامين د " Vit. D " 1.25 dihydroxycholecalciferol من خلايا الأمعاء الدقيقة وتعمل هرمونات الغدة الجار درقية على تنشيط امتصاص الكالسيوم من الأمعاء من خلال تنشيط فيتامين د النشط .

٧- **امتصاص الحديد:** يمتص الحديد من الأمعاء الدقيقة في صورة حديدوز Fe^{++} حيث يتحد مع بروتين يسمى Apoferrtin الموجود في خلايا الأمعاء الدقيقة ثم يمر إلى الدم وينقل بواسطة Transferrin . ويساعد حمض المعدة وفيتامين ج على امتصاص الحديد في الأمعاء من خلال تحويل الحديد من صورة حديدك Fe^{+++} إلى حديدوز Fe^{++} .

٨- امتصاص الفيتامينات: تمتص الفيتامينات التي تذوب في الماء مثل فيتامين ب المركب وفيتامين جـ من خلال الأمعاء ثم إلى الدورة البابية في الكبد وتمتص الفيتامينات التي تذوب في الدهون مثل فيتامين أ ، د ، ك ، هـ بمساعدة أملاح الصفراء حيث تعمل على زيادة امتصاص هذه الفيتامينات التي تذوب في الدهون

الأمعاء الغليظة

تتكون الأمعاء الغليظة من القولون " الصاعد والمستعرض والهابط (النازل) " والمستقيم ثم الشرج (الشكل رقم ٤١).



الشكل رقم (٤١). يوضح تركيب القولون "الأمعاء الغليظة".

وظائف الأمعاء الغليظة Function of large intestine

- ١- امتصاص الماء والأملاح المعدنية وتركيز نواتج الهضم .
- ٢- تحويل نواتج الهضم إلى براز والتخلص منها بواسطة عملية التبرز .
- ٣- تستخدم الأمعاء الغليظة كوسيلة لإعطاء العقاقير وبعض الأدوية مثل المسكنات ومخفضات الحرارة وخاصة الأطفال .
- ٤- التخلص الجسم من البوتاسيوم الزائد عن حاجة الجسم بواسطة مضخة الصوديوم والبوتاسيوم وحدث تبادل بين شواردات الصوديوم والبوتاسيوم $Na - K$ pump .

وظائف الحركة في الأمعاء الغليظة

الحركة في الأمعاء الغليظة دائما حركة بطيئة وتحدث بمعدل 4 - 3 مرات في الدقيقة.

أنواع الحركة

- ١- حركة تمعجية : هي حركة مسؤولة عن دفع محتويات القولون للأسفل.
- ٢- حركة التقطيع : هي حركة مسؤولة عن امتصاص الماء والأملاح .
- ٣- الانقباض الكلي للقولون وتحدث في حالات الإسهال .

الجهاز التنفسي

Respiratory system

التنفس

Respiration

هو عملية نقل الأكسجين من الهواء الجوي إلى الأنسجة وطرْد ثاني أكسيد الكربون من الأنسجة إلى الهواء ويعتبر الأكسجين و ثاني أكسيد الكربون غازات تنفسية بالرغم من وجود غازات أخرى مثل النتروجين في الهواء الجوي. وتشمل عملية التنفس ثلاث عمليات وهي:

١- التنفس الخارجي External respiration

وتشمل عمليتي الشهيق والزفير و يتم فيه تبادل الغازات بين الهواء الجوي والرئتين.

٢- نقل الغازات في الدم . Gas transport

يتم نقل الغازات التنفسية بواسطة الهيموجلوبين أو الخَضاب Hemoglobin الموجود في خلايا الدم الحمراء. وهي أحد أهم وظائف الدم.

٣- التنفس الداخلي Internal respiration

يتم فيه استهلاك الأكسجين وإنتاج ثاني أكسيد الكربون بواسطة الخلايا وإنتاج الطاقة والتبادل الغازي بين الخلايا ووسطها السائل.

تركيب الجهاز التنفسي

يتكون الجهاز التنفسي من:

- ١- الممرات التنفسية وتبدأ من الأنف والبلعوم والحنجرة والقصبه الهوائية أو الرغامى والقصبتين أو الشعبتين والقصيبات الرئوية.
- ٢- سطح تنفسي ويتم فيه تبادل الغازات بين الرئتين وتشمل الأسناخ الهوائية أو الحويصلات الهوائية.
- ٣- جدار الصدر أو عضلات التنفس وهي عضلة الحجاب الحاجز والعضلات بين الضلوع. وهذه العضلات تزيد أو تنقص من حجم التجويف الصدري. وتلك المناطق في الدماغ والتي تسيطر علي العضلات . ترسل سيالاً عصبياً تنظم التنفس من المراكز التنفسية في الدماغ إلي عضلات جدار الصدر.

الممرات التنفسية أو الهوائية Air conducting part

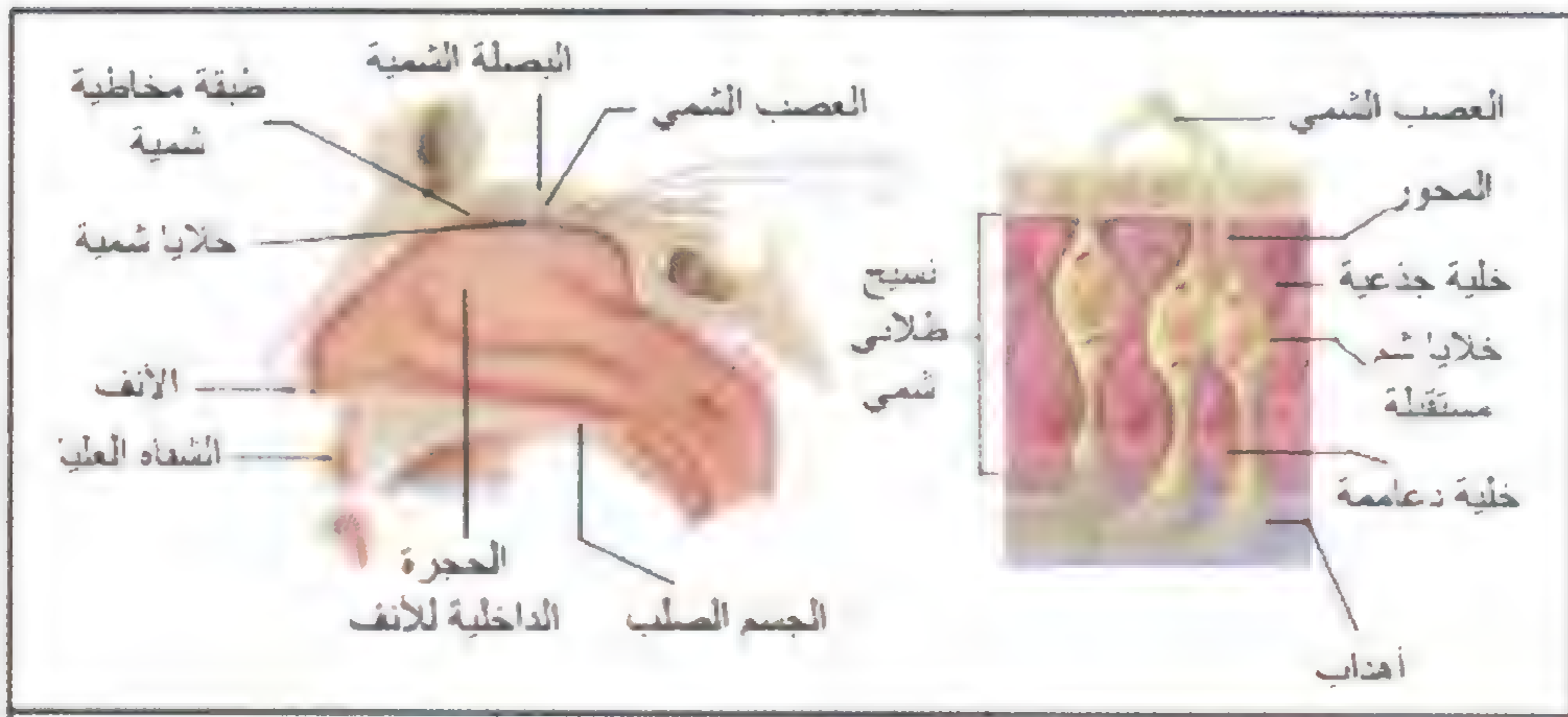
وظائف الممرات التنفسية:

أ) الأنف Nose

- يقوم الأنف بتدفئة الهواء في الأجواء الباردة وترطيب الهواء الجاف في الأجواء الحارة بإضافة بخار الماء إلى هواء الشهيق.
- ينقي الهواء بواسطة الشعر الموجود داخل الأنف فيحجز الغبار والتراب من الدخول مع هواء الشهيق.
- حاسة الشم وهي من أهم وظائف الأنف . يوجد داخل الأنف مستقبلات الرائحة تستقبل المواد الكيميائية الطيارة وترسل سيالاً عصبياً إلي مركز الشم بالمخ .

يطن الممرات التنفسية غشاء مخاطي mucous membrane و يحتوي علي أهداب تتحرك بصفة مستمرة في اتجاه البلعوم لطرد الجزيئات الدقيقة الموجودة في هواء الشهيق إلى البلعوم.

تمثل العظام المكونة للتجويف الأنفي مساراً ملتوياً مما يخفض من سرعة مرور الهواء. وحجز العوالق مثل الغبار (الشكل رقم ٤٢).



الشكل رقم (٤٢). قطاع طولي في الأنف في الإنسان يوضح النسيج الشمي.

ب) البلعوم

Pharynx هو أنبوب عضلي يفتح فيه كل من الجهاز التنفسي والجهاز الهضمي.

ج) الحنجرة Larynx

توجد أعلى الرغامى وهي عضو الصوت وتحتوي علي الحبال الصوتية. ويوجد فوق الحنجرة Epiglottis أو لسان المزمار ووظيفته هي تغطية فتحة الحنجرة أثناء البلع لمنع مرور الطعام إلى الممرات التنفسية (الحنجرة أو القصبة الهوائية).

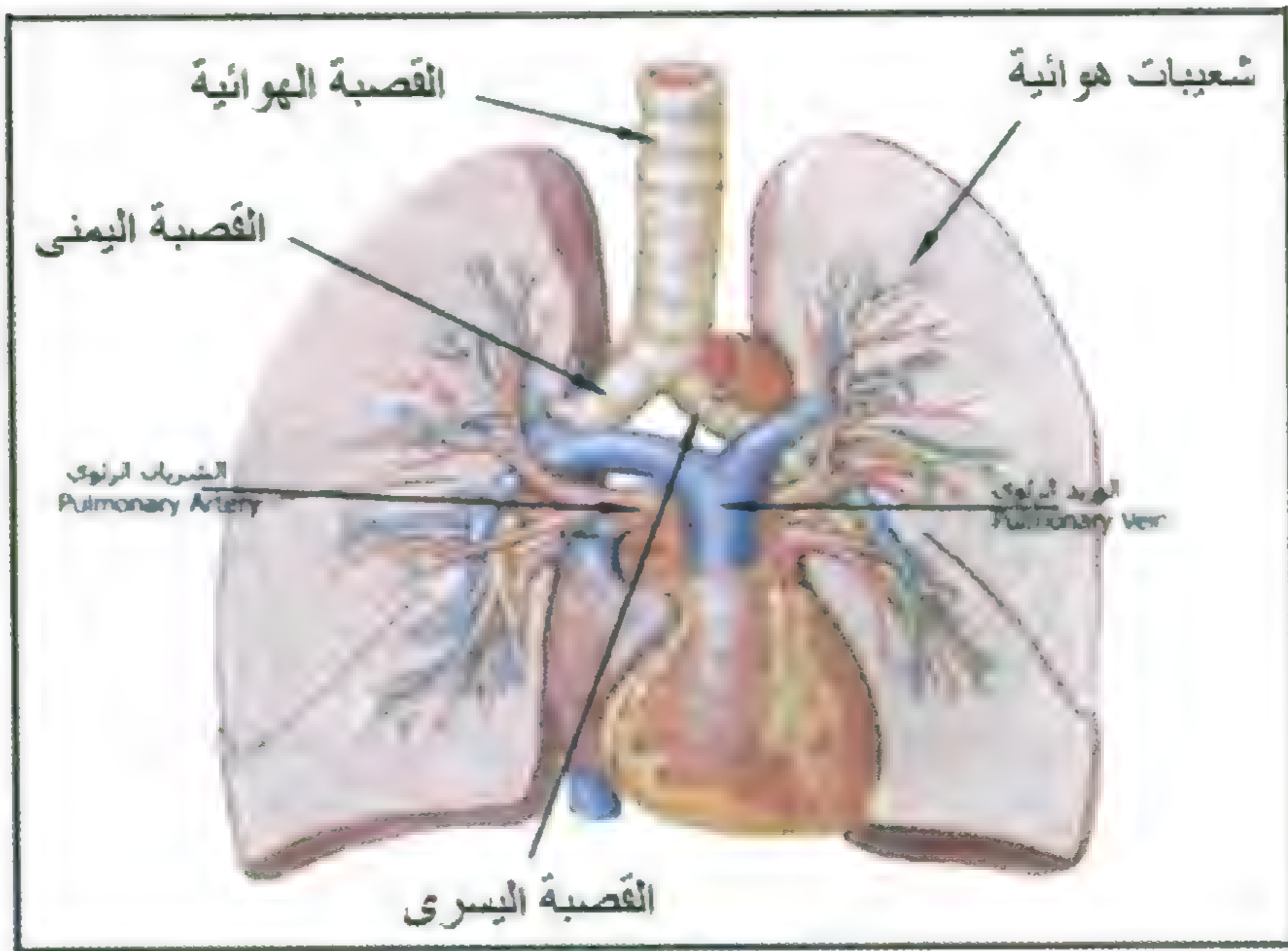
د) الرغامى أو القصبة الهوائية Trachea

هي عبارة عن أنبوب يمتد من البلعوم إلى الرئتين وتنقسم قبل دخول السرئين إلى القصبيات الهوائية. وتتكون من عدة غضاريف تظهر في الجزء الأمامي منها ويتكون

الجزء الخلفي من عضلات وليس غضاريف . ووظيفة الرغامى : هي توصيل هواء الشهيق والزفير من وإلى الرئتين. إصدار الأصوات نتيجة خلق تيار من الهواء خارج من الرئتين ويندفع إلى الأحبال الصوتية لإصدار الصوت.

هـ) الرئتين Lungs

التركيب التشريحي للرئتين: تنقسم الممرات التنفسية أو الهوائية ٢٣ مرة بين الرغامى أو القصبة الهوائية والحويصلات الهوائية أو الأسناخ (الشكل رقم ٤٣). وتشكل المجموعة الأولى حوالي ١٦ من الممرات منطقة التوصيل للممرات الهوائية. ووظائفها هي نقل الهواء من وإلى الخارج . وتتكون هذه الممرات من القصبات أو الشعب الهوائية والقصيبات أو الشعبيات و الشعبيات النهائية. أما الأخرى فتشمل " 7 " مناطق تنفسية يتم فيها تبادل الغازات وتتكون من شعبيات تنفسية وقنوات سنخية وأسناخ " حويصلات هوائية "



الشكل رقم (٤٣). يوضح القصبة الهوائية والرئتين والقلب والأوعية الدموية.

وظيفة هذه التفرعات المتعددة:

- ١- تزيد من مساحة المنطقة العرضية الإجمالية للممرات التنفسية من 2.5 CM^2 في الرغامى إلى حوالي 11800 CM^2 في الأسناخ " الحويصلات الهوائية " .
- ٢- تسبب هذه الزيادة انخفاض سرعة مرور الهواء في الممرات التنفسية " الهوائية " إلى قيم قليلة جداً
- ٣- تحاط الأسناخ بالشعيرات الرئوية الدموية وغشاء هذه الشعيرات رقيق جداً لدرجة تسمح بتبادل الغازات داخل الرئتين
- ٤- يوجد حوالي 300 مليون سنخ وتبلغ المساحة الكلية للجدران السنخية المتصلة بالشعيرات الدموية في كلا الرئتين حوالي $70 - 100 \text{ M}^2$
- ٥- تبطن الأسناخ بنوعين من الخلايا الظهارية :
 أ) خلايا النوع الأول : هي خلايا مسطحة ذات مساحات هيولية كبيرة وتسمى الخلايا المبطنة الأولية .
 ب) خلايا النوع الثاني " الكيسات الرئوية الحبيبية : " هي خلايا ذات سمك كبير وتفرز هذه الخلايا مادة الفاعل السطحي Surfactant .
 ج) تحتوي الرئتان أيضاً على خلايا بلاعم سنخية رئوية وكيسات لمفية وخلايا بلازما وخلايا بدينة " mast cells " التي تفرز الهيبارين والهستامين ودهون عديدة وعديد البيتيد التي تساهم في ردود أفعال الحساسية (الشكل رقم ٤٤).



الشكل رقم (٤٤). يوضح الشعيبات والحويصلات الهوائية داخل الرئة.

الحيز الميت

Dead Space " D.S "

هو عبارة عن أجزاء من الجهاز التنفسي لا يحدث بها تبادل للغازات بين الدم والهواء الجوي مثل الممرات التنفسية كلها .

حجم الحيز الميت حوالي 150 مل من الحجم الأساسي حوالي 500 مل " T.V " في الإنسان . أي أن الإنسان البالغ يتنفس حوالي 16 مرة في الدقيقة ويتنفس في كل مرة حوالي 500 ML أي أنه يتنفس حوالي 8 L في الدقيقة الواحدة .

أنواع الحيز الميت

- ١- الحيز الميت التشريحي Anatomical D.S .
- ٢- الحيز الميت الفسيولوجي Physiological D.S .
- ٣- الحيز الميت السنخي Alveolar D.S .
- ٤- الحيز الميت التشريحي يعادل كمية الهواء الموجودة في الممرات التنفسية كلها بداية من الأنف حتى الشعبات التنفسية .
- ٥- يشمل الحيز الميت الفسيولوجي " الحيز التنفسي التشريحي " بجانب أكياس السنخ الحاملة التي لا تشارك في عملية تبادل الغازات .

القدرات التنفسية (السعات) Respiratory Capacities

تقاس بواسطة جهاز قياس وظائف الجهاز التنفسي أو الرئتين Spirometer :

- ١- الأحجام التنفسية " الرئوية " Lung Volume .
- ٢- القدرات التنفسية Lung Capacities .

الأحجام الرئوية

قياس القدرات التنفسية Lung Volume Capacities

حجم المد T.V = Tidal volume

حجم الاحتياطي الشهيق I.R.V = Inspiratory Reserve volume

حجم الاحتياطي الزفيري E.R.V = Expiratory Reserve volume

الحجم الراكد R.V = Residual volume

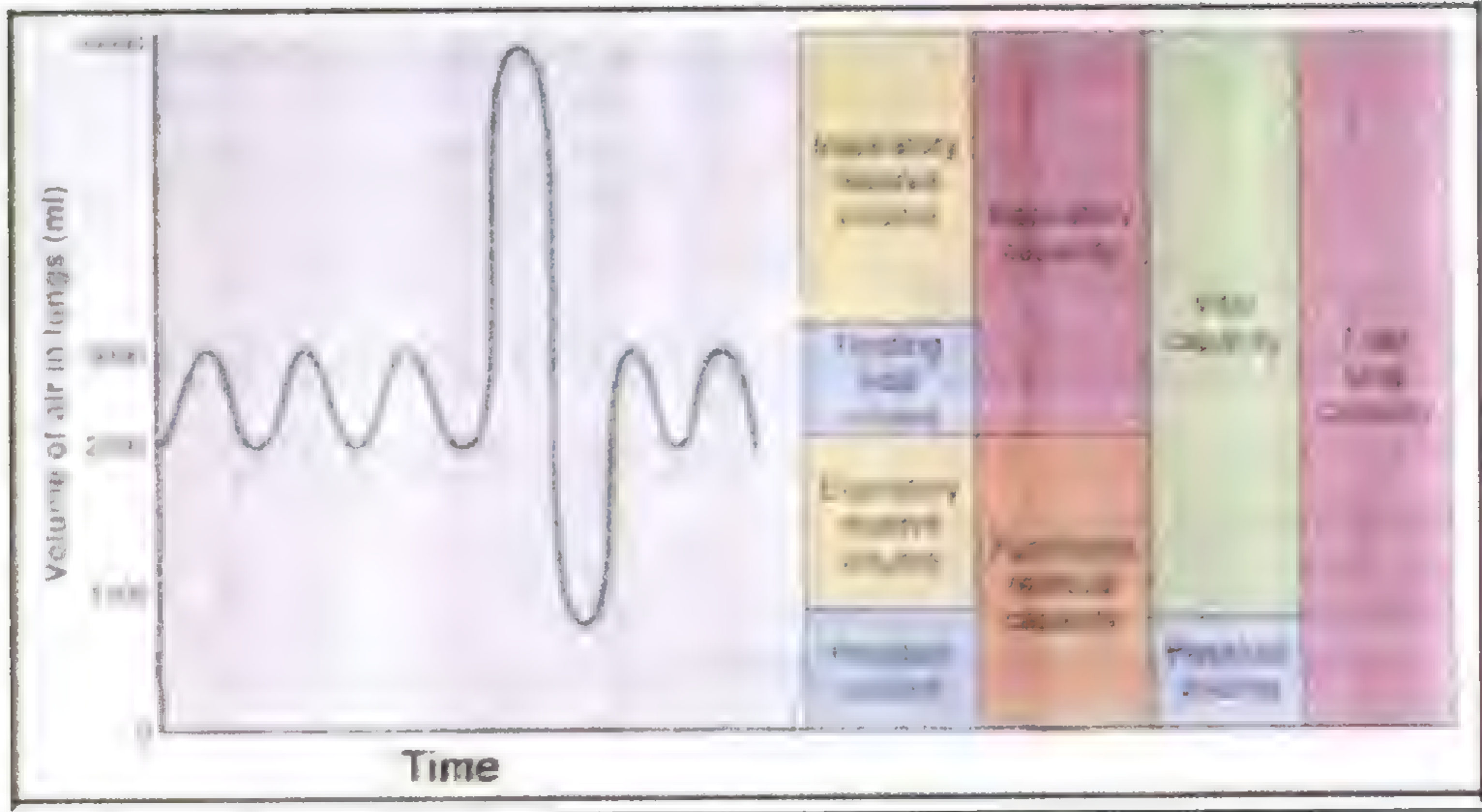
القدرة الشهيقية I.C = Inspiratory Capacity

القدرة الزفيرية F.R.C = Functional Residual Capacity

" السعة " القدرة الحيوية V.C = Vital Capacity

القدرة الكلية للرئتين T.L.C = Total Lung Capacity

انظر الشكل رقم (٤٥).



الشكل رقم (٤٥). يوضح الأحجام والقدرات التنفسية للرئتين.

الأحجام الرئوية Lung Volumes

١- حجم المد T.V : هو كمية الهواء التي تدخل إلى الرئتين أثناء عملية الشهيق

Inspiration أو تخرج أثناء الزفير Expiration في التنفس العادي أثناء الراحة

Rest ويعادل 500ML

٢- حجم الاحتياطي الشهيق I.R.V : هو أقصى كمية من الهواء يمكن أن

تدخل إلى الرئتين بأقصى شهيق بعد شهيق عادي . ويعادل 3000ML

٣- حجم الاحتياطي الزفيري E.R.V : هو أقصى كمية من الهواء يمكن طردها

بأقصى زفير بعد الزفير العادي . ويعادل 1000ML

٤- الحجم الراكد " المتخلف " R.V : هو حجم الهواء الذي يبقى في الرئتين بعد عمل أقصى زفير . ويعادل 1200ML

القدرات الرئوية " التنفسية " Lung Capacity

١- القدرة الشهيقية I.C: هي أقصى حجم من الهواء يمكن للإنسان استنشاقه بعد زفير طبيعي وتساوي

$$I.C = T.V + I.R.V$$

$$I.C = 500 + 3000$$

٢- القدرة الزفيرية F.R.C: هي حجم الهواء الذي يبقى في الرئتين بعد الزفير العادي وتساوي

$$F.R.C = R.V + E.R.V$$

$$F.R.C = 1200 + 1000$$

٣- القدرة الحيوية أو السعة الحيوية : V.C هي أقصى حجم من الهواء يمكن طرده بأقصى زفير بعد أقصى شهيق وتعادل 4500ML في الرجل و4300ML في المرأة.

$$V.C = I.R.V + E.R.V + T.V$$

$$V.C = 3000 + 1000 + 500$$

$$V.C = 4500$$

٤- القدرة الكلية للرئتين T.L.C: هي كمية الهواء الموجودة في الرئتين بعد عمل أقصى شهيق . ويعادل 5700ML أي حوالي 6L .

$$T.L.C = R.V + V.C$$

$$T.L.C = 1200 + 4500$$

$$T.L.C = 5700$$

التهوية الرئوية Pulmonary Ventilation

الدورة التنفسية في الإنسان Respiratory cycle 3.7 Sec تشمل الدورة التنفسية

في الإنسان عمليتي الشهيق والزفير، تنقسم الدورة التنفسية إلى:

١- زمن الشهيق Inspiration time 1.3 Sec

٢- زمن الزفير Expiration time 1.7 Sec

٣- فترة سكون Expiratory Pause 0.7 Sec

في الإنسان البالغ نجد أن زمن هذه الدورة حوالي 3.7 Sec أي أن معدل التنفس يساوي $60 \div 3.7 = 17$ مرة في الدقيقة. ولكن يزداد هذا المعدل في الأطفال ليصل إلى حوالي 25 مرة/دقيقة .

ويعتمد دخول وخروج الهواء من وإلى الرئتين على الفرق في الضغط بين الهواء الجوي والهواء في أكياس السنخ " Alveoli or air sac "

العوامل التي تؤثر على التهوية الرئوية

١- المقاومة داخل الممرات التنفسية Resistance of Resp . Passage

٢- الضغوط داخل القفص الصدري Pressure relationship

٣- الفاعل السطحي للرئتين Surfactant

٤- قدرة الصدر والرئة على التمدد

أولاً: المقاومة داخل الممرات التنفسية

تعتمد المقاومة داخل الممرات التنفسية على:

١- التوتر في عضلات الشعب الهوائية وتتأثر بواسطة الجهاز العصبي الودي ونظير الودي.

(أ) الأدوية التي تعمل على مستقبلات Beta 2 في الجهاز العصبي الودي تؤدي إلى زيادة اتساع الشعب الهوائية ودخول الهواء بكثرة إلى داخل الرئتين وعلى العكس الأدوية التي تعمل على مستقبلات Alpha تحدث ضيقاً في الشعب الهوائية وتقليل دخول الهواء إلى الرئتين .

(ب) إثارة الجهاز العصبي نظير الودي يحدث ضيق في الشعب وهذا يفسر زيادة معدل الكحة ويضيق النفس أثناء الراحة وأثناء النوم .

٢- السرتونين Serotonin والمهستامين والعامل الحاث للصفائح الدموية PAF

تسبب ضيق في الشعب الهوائية Broncho Constriction وعلى العكس

تسبب البروستاجلاندين Prostaglandins توسيعاً للشعب الهوائية وزيادة

الهواء الداخل إلى الرئتين

٣- رد فعل منعكس يسبب ضيقاً في الشعب الهوائية مثل التعرض للبرد

والتراب والغازات السامة والتدخين في الإنسان وتلوث الهواء .

ثانياً: الضغوط داخل القفص الصدري

الضغط الصدري " الضغط داخل البلوري " Intra pleural Pressure: هذا الضغط

دائماً (-) Negative سالب القيمة بمعنى أنه أقل من الضغط الجوي وهو الضغط

الموجود حول الرئتين داخل البلوري " pleural " وهو يساوي: 3mmHg - عند نهاية

عملية الزفير العادي؛ و 6 mmHg - عند نهاية عملية الشهيق العادي؛ ولكن يساوي: 30 -

mmHg في الشهيق الجهدى؛ و 40 mmHg + في الزفير الجهدى.

الأهمية الفسيولوجية للضغط الصدري

١- يساعد على تمدد الرئتين أثناء عملية الشهيق .والمساعدة على عملية

التنفس.

٢- يساعد على عودة الدم من خارج الصدر إلى القلب عن طريق الوريد

الأجوف السفلي.

٣- يساعد على تدفق سائل اللمف و الدم في الأوعية الدموية الرئوية .

الضغط الرئوي Intrapulmonary Pressure: هو الضغط داخل أكياس السنخ

وهذا الضغط يتغير حسب نوع الحركة التنفسية ففي أثناء الشهيق يكون أقل من الضغط

الجوي بمقدار 2 mmHg ويزداد أثناء الزفير بنفس القيمة أي من الضغط الجوي ويكون

مساوياً للضغط الجوي أثناء فترة السكون .

ثالثاً: الفاعل السطحي للرئتين Surfactant

هو عبارة عن مادة تتكون من البروتين والدهون الفسفورية خاصة اللينين Lecithin وهي تفرز من خلايا النوع الثاني " الخلايا الرئوية II " Alveolar type II وهي تمثل طبقة رقيقة جداً تفصل بين الهواء الجوي ونسيج الرئة وبذلك تمنع التصاق أكياس الأسناخ أثناء عملية الزفير.

تفرز هذه المادة في الجنين عند الشهر السابع من الحمل تحت تأثير هرمون الكورتيزول cortisol الذي يفرز من قشرة الغدة الكظرية للجنين الذي ينشط إفرازه من خلال إفراز ACTH من الغدة النخامية الأمامية.

في حالة ولادة الأطفال المبشرين قبل الشهر السابع من الحمل يحدث نقص في إفراز وتكوين الفاعل السطحي مما ينتج عنه صعوبة في التنفس عند هذه الأطفال بعد الولادة وبالتالي لابد من وضع هؤلاء الأطفال على أجهزة التنفس الاصطناعي داخل حضانات طبية ويطلق على هذه الحالة Respiratory Distress Syndrome .

ويقل إفراز الفاعل السطحي في الإنسان البالغ في حالات التدخين وفي حالة إجراء جراحات القلب المفتوح.

وظائف الفاعل السطحي Functions of surfactant

١- يقلل الفاعل السطحي معدل التوتر السطحي للسوائل داخل الرئة وبالتالي يمنع من التصاق أكياس الأسناخ.

٢- يمنع رشح السوائل من الدم إلى أكياس الأسناخ.

٣- ينشط الخلايا الأكولة الكبيرة الموجودة بالرئتين وبالتالي الحفاظ على الرئتين.

٤- لها تأثير مضاد للبكتيريا.

٥- تنشط هذه المادة حركة الأهداب داخل القنوات التنفسية.

٦- يساعد الفاعل السطحي على زيادة التهوية الرئوية للرئتين وبالتالي يزيد من قدرة الرئة على إمداد خلايا الجسم بالأكسجين.

رابعاً: قدرة الصدر والرئتين على التمدد **Expansion of Chest & Lungs**
تؤثر قدرة الصدر والرئتين على التمدد على التهوية الرئوية . هي قدرة الصدر والرئة على التمدد في مقابل الزيادة في معدل الضغط داخل أكياس الأسناخ-Trans "Pulmonary pressure " .

وتقاس بـ " مل/سم ماء " وهناك عدة عوامل تؤثر على قدرة الصدر والرئتين على التمدد منها :

- ١- في حالات نقص الفاعل السطحي للرئتين .
- ٢- تليف الرئة .
- ٣- أمراض الجهاز التنفسي والصدرى والربو وحساسية الصدر .
- ٤- حالات التهاب مفاصل الضلوع .
- ٥- حالات الكسور في الضلوع .

عضلات التنفس

Respiratory Muscles

تشمل عضلات التنفس عضلة الحجاب الحاجز والعضلات الضلعية " الداخلية والخارجية " وتتصل هذه العضلات بالأعصاب الواردة من الدماغ حيث توجد المراكز التي تتحكم وتنظم عملية التنفس وترسل سيالات عصبية لإحداث عملية الشهيق وتتابع عملية الزفير . كما توجد العضلات المساعدة وعضلات البطن التي تعمل في حالة التنفس مع بذل مجهود عضلي .

١ - عضلة الحجاب الحاجز Diaphragm

الحجاب الحاجز هو عضلة تفصل بين تجويف الصدر والبطن وهو على شكل قبة تتصل بالضلوع وعظمة القص من الأمام والعظام القطنية للعمود الفقري من الخلف وتعتبر أهم عضلة تنفسية في جسم الإنسان حيث يقع عليها حوالي 75 % من عملية التنفس.

وظائف الحجاب الحاجز

- ١- يؤدي انقباض عضلة الحجاب الحاجز إلى زيادة الضغط داخل التجويف البطني .
- ٢- يؤدي أيضا إلى زيادة حجم الصدر طولياً وبالتالي يسبب نقصاً في الضغط الصدري مما يساعد على إحداث عملية الشهيق .
- ٣- يؤدي إلى ارتخاء عضلة الحجاب الحاجز إلى عودة حجم الصدر إلى وضعه الأول وبالتالي زيادة الضغط داخل الصدر مما يساعد على إحداث عملية الزفير Expiration

٢ - العضلات بين الضلوع

هي نوعان من العضلات وتشمل:

العضلات الضلعية الخارجية External intercostal muscles

وظائفها: يؤدي انقباضها إلى رفع الضلوع في الاتجاهين العلوي والأمامي. وتسبب زيادة في حجم الصدر من أعلى إلى أسفل. انخفاض الضغط الصدري واندفاع الهواء الجوي إلى الرئتين . يؤدي ارتخائها إلى عودة القفص الصدري إلى وضعة الأول وحدث الزفير.

العضلات الضلعية الداخلية Internal intercostal muscles

وظائفها: تنقبض فقط في حالات الزفير مع بذل مجهود وبمساعدة عضلات البطن والعضلات المساعدة وبالتالي تساعد على التنفس مع بذل مجهود عضلي كبير.

مقارنة بين آلية الشهيق وآلية الزفير العادي

Mechanism of Inspiration & Expiration

يقارن الجدول رقم (٣١) بين آلية الشهيق وآلية الزفير العادي.

الجدول رقم (٣١). مقارنة بين آلية الشهيق وآلية الزفير العادي.

آلية الزفير Expiration	آلية الشهيق Inspiration		
عملية الزفير سلبية Passive	عملية الشهيق نشطة Active	النوع	١
يقل في كل الاتجاهات	يتمدد في كل الاتجاهات	القفص الصدري	٢
ينبسط ويؤدي إلى نقص في حجم الصدر	ينقبض ويؤدي إلى زيادة طولية في حجم الصدر	الحجاب الحاجز	أ
تنبسط " ترتخي " ويتج عنها عودة القفص الصدري إلى وضعه الأول	تنقبض ويتج عنها رفع الضلوع في الاتجاهين العلوي والأمامي	العضلات الضلعية الخارجية	ب
تنكمش Callapse	تتمدد Distension	الرئتين	٣
يزداد بمقدار 2 + أعلى من الضغط الجوي	ينخفض بمقدار 2 - أقل من الضغط الجوي	الضغط الرئوي	٤
يقل الضغط السالب إلى 3 mmHg -	يزيد الضغط السالب 10 - 6 - mmHg	الضغط البلوري السالب	٥
يخرج الهواء من داخل الرئتين إلى الهواء الجوي	يندفع الهواء من الخارج إلى داخل الرئتين	الهواء	٦
يتوقف الزفير	يتوقف الشهيق		

تبادل الغازات في الرئتين

Gases Exchange

يتم تبادل الغازات " الأكسجين O₂ ، ثاني أكسيد الكربون CO₂ " في أكياس

السنخ بين الهواء وبين الشعيرات الدموية.

ويعتمد ذلك على:

١- الفرق في الضغط الجزئي للغاز Partial Pressure

نلاحظ أن ضغط الهواء الجوي عند مستوى سطح البحر يساوي 760 mmHg .
ونسبة الأكسجين به 21 % والنيتروجين 78 % وثاني أكسيد الكربون Co2 حوالي 0.04 % وبخار الماء حوالي 0.5 % (الجدول رقم ٣٢).

الجدول رقم (٣٢). يوضح الضغط الجزئي للغازات.

الضغط الجزئي Partial Pressure	هواء السنخ Alveolar Air	الدم الشرياني Arterial Blood	الدم الوريدي Venous Blood
١- الأكسجين Po2	100 mmHg	100 mmHg	40 mmHg
٢- ثاني أكسيد الكربون Pco2	40 mmHg	40 mmHg	46 mmHg

٢- معدل انتشار الغاز Rate of Diffusion

ينتشر غاز ثاني أكسيد الكربون حوالي 20 مرة أسرع من غاز الأكسجين لأن ثاني أكسيد الكربون يذوب أكثر في الماء .

٣- خصائص الغشاء التنفسي للرئة Respiratory

- أ) غشاء رقيق جداً سمكه 0.6 ميكرومتر .
- ب) يفصل هواء أكياس السنخ عن الشعيرات الدموية في الرئة .
- ج) يتكون من طبقة وحيدة من نسيج السنخ - الفاعل السطحي Surfactant - الغشاء القاعدي - فراغ بين الخلايا - الغشاء القاعدي للشعيرات الدموية - الغشاء الداخلي المبطن للشعيرات الدموية .

انتقال الغازات في الدم

Gas Transport

١- انتقال الأكسجين O2 Transport

ينتقل الأكسجين في الدم متحداً مع الخضاب في كريات الدم الحمراء حيث يحتوي الخضاب على الحديد . ويتحد الخضاب مع الأكسجين مكوناً مركباً غير ثابت يسمى " الأكسي هيموجلوبين Oxyhemoglobin " وتسمى هذه العملية الأكسجة . وليست أكسدة حيث يظل جزيء الحديد في صورة حديدوز " F++ " وليس حديديك " F+++ " كما في حالة الأكسدة .

نظراً لاحتواء الخضاب على أربع جزيئات من الحديد فهو قادر على نقل ثماني ذرات من الأكسجين إلى الأنسجة " أي أربع جزيئات من الأكسجين " . وهذا الاتحاد يتم في وقت سريع جداً حوالي 0.1 من الثانية .

وعندما يتحد الخضاب مع أول جزيء من الأكسجين يزيد من رغبة الخضاب في الاتحاد مع الجزيء الثاني وهكذا حتى يتشبع الخضاب تماماً بالأكسجين . ونسبة التشبع هي:



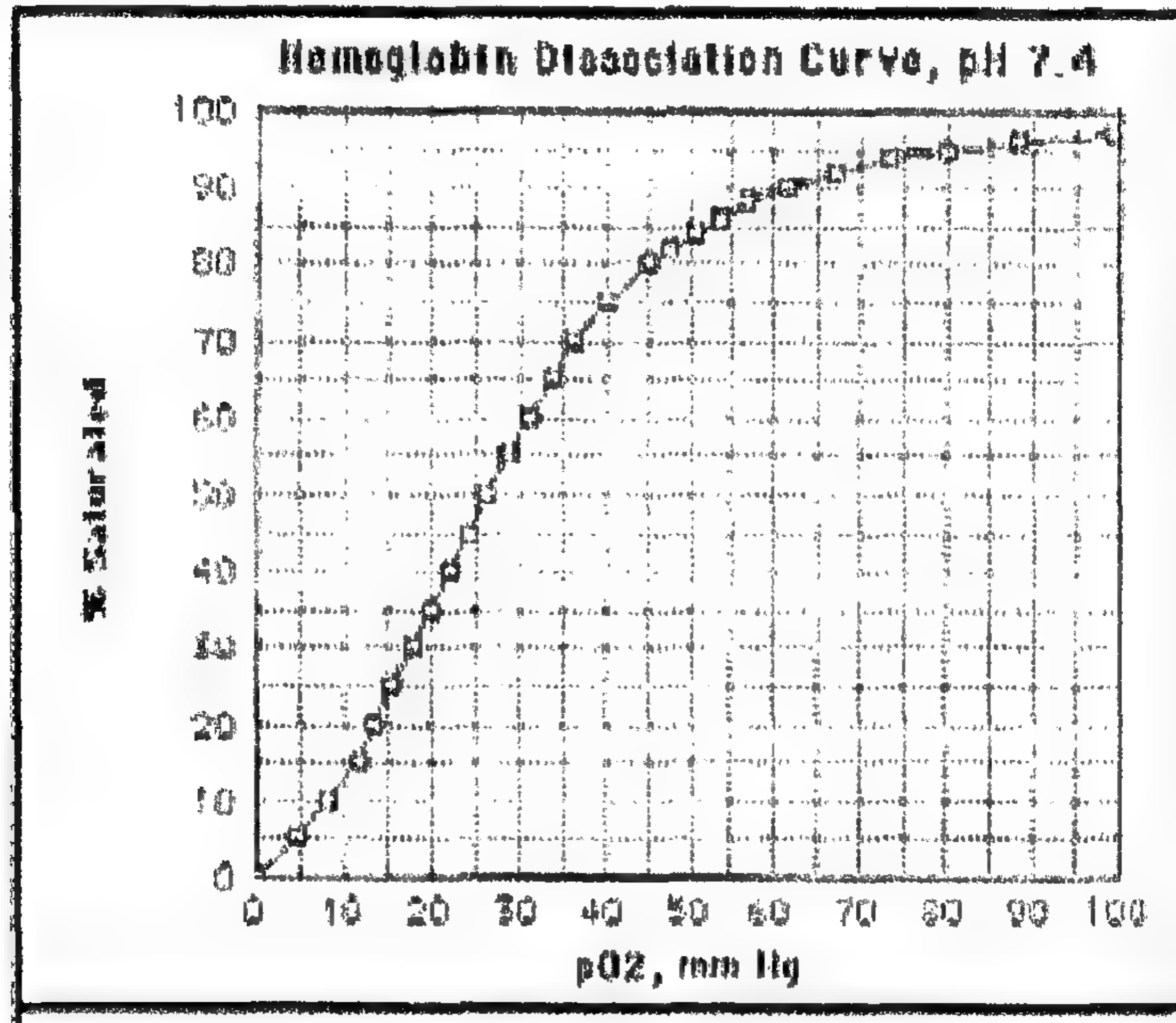
سعة الأكسجين

هي عبارة عن قدرة الهيموجلوبين على الاتحاد مع الأكسجين وهي حوالي 98.8 في حالة تشبع الخضاب أي حوالي 20% . يستطيع كل جرام من الهيموجلوبين أن يتحد مع 1.33ML من الأكسجين وكل 100 ML من الدم يحتوي على 15 gm من

الهيموجلوبين . أي أن كل 100 ML من الدم يحتوي علي 20 % الأكسجين في حالة 98.8 نسبة التشبع.

منحني تفارق الأوكسجين Oxygen disocosition curve

يدرس هذا المنحني العلاقة بين ضغط الأكسجين في الهواء ونسبة تشبع الدم بالأوكسجين. ويأخذ هذا المنحني شكل S (الشكل رقم ٤٦).



الشكل رقم (٤٦). يوضح منحنى تفارق الأكسجين.

الأهمية الفسيولوجية لهذا المنحني

- ١- عند ضغط الأكسجين حوالي 100 mm Hg يصبح نسبة التشبع حوالي 98.8 ولكن عند انخفاض ضغط الأكسجين إلي حوالي 60 mm Hg يصبح معدل التشبع حوالي 90 % وعند ضغط الأكسجين 40mm Hg يصبح معدل التشبع حوالي 70 % أي

أن الهيموجلوبين يستطيع أن يعطي خلايا وأنسجة الجسم % 30 من الأكسجين وهذا يحدث في حالات ممارسة الرياضة.

٢- عند انخفاض ضغط الأكسجين في الهواء الجوي يقل معدل التشبع بمقدار 10%.

العوامل التي تؤثر علي منحني تفارق الأكسجين

- ١- نسبة ثاني أكسيد الكربون : فعند زيادة مستوى CO₂ في الدم فإن معدل تشبع الهيموجلوبين بالأكسجين يقل أي يزداد تفارق الأكسجين أي يعطي الهيموجلوبين الأكسجين بسهولة إلى الخلايا أي انحياز المنحنى ناحية اليمين . والعكس يحدث عند نقص نسبة CO₂ يحدث انحياز المنحنى ناحية اليسار.
- ٢- درجة الحرارة : عند زيادة درجة الحرارة يزداد منح الخلايا الأكسجين . ويقل معدل تشبع الدم بالأكسجين . وهذا يحدث في حالات ممارسة الرياضة.
- ٣- درجة الأس الهيدروجيني PH: عند زيادة تركيز شوارد الهيدروجين في الدم في حالات الحمض يقل معدل تشبع الدم بالأكسجين ويحدث العكس في حالات القلاء.

٤- 2,3DPG: الزيادة في مستوى الـ 2,3 DPG يسبب انحياز المنحنى إلى اليمين.

٢- انتقال ثاني أكسيد الكربون في الدم Co₂ Transport

يوضح الجدول رقم (٣٣) محتوى ثاني أكسيد الكربون في الدم الشرياني والدم الوريدي.

الجدول رقم (٣٣). محتوى أكسيد الكربون في الدم الشرياني والدم الوريدي.

الدم الوريدي (100 ml)	الدم الشرياني (100 ml)	
Venous Blood	Arterial Blood	
55 ml	50 ml	محتوى ثاني أكسيد الكربون Co ₂ Content
		ml/100ml
46 mmHg	40 mmHg	الضغط الجزئي لثاني أكسيد الكربون
		Co ₂ Tension mmHg

النسبة الأساسية من ثاني أكسيد الكربون Tidal Co2

هو الفرق بين محتوى ثاني أكسيد الكربون في الأوردة والشرايين. وهي "5 ml/100 ml" دم وهذه الكمية تمثل النشاط الاستقلابي للأنسجة والتي يتخلص منها الجهاز التنفسي

$$\text{Tidal Co2} = 55 - 50 = 5 \text{ ml/100 ml}$$

صور نقل ثاني أكسيد الكربون في الدم

- ١- صورة حرة 10 % Physical Solution .
- ٢- صورة اتحاد كيميائي بنسبة 90 % :
- أ) متحداً مع الخضاب " مركب الكارب أمين " 20 % .
- ب) أملاح بيكربونات البوتاسيوم والصوديوم 70 % .

آلية نقل ثاني أكسيد الكربون

١- عند دخول ثاني أكسيد الكربون Co2 إلى كريات الدم الحمراء يتحول إلى حمض الكربونيك Carbonic Acid بعد اتحاده مع الماء في وجود إنزيم الكربونيك الأنهيدريز.

٢- يوجد هذا الإنزيم داخل كريات الدم الحمراء وليس في البلازما



حمض الكربونيك ماء ثاني أكسيد الكربون

٣- يتأين حمض الكربونيك المتكون في وجود الخضاب إلى كهاول الهيدروجين والبيكربونات



٤ - ترتبط البيكربونات مع البوتاسيوم في كريات الدم الحمراء وتكون بيكربونات البوتاسيوم أو يخرج جزء من البيكربونات ويتحد مع الصوديوم في البلازما مكوناً " بيكربونات الصوديوم "



ويتحد H مع الخضاب المختزل في الكريات الحمراء أثناء مرورها في الأنسجة حيث يختزل الخضاب نتيجة انطلاق الأكسجين منه إلى الأنسجة النشطة ويحل الهيدروجين محل البوتاسيوم في جزئي الخضاب



بيكربونات بوتاسيوم + خضاب مختزل \longrightarrow حمض كربونيك + خضاب البوتاسيوم

تنظيم التنفس

Regulation of respiration

تتم عملية التنفس تحت تأثير السيالات العصبية الواردة من الدماغ إلى عضلات التنفس ويتوقف التنفس في حالة انقطاع النخاع الشوكي فوق منشأ الأعصاب الحجابية. ويحدث تنظيم لهذه السيالات العصبية الواردة من الدماغ بواسطة التغيرات في مستوى الأكسجين في الدم PO_2 ، وثاني أكسيد الكربون Pco_2 وتركيز شوارد الهيدروجين H^+ . وهذه المؤثرات تنظم التنفس بطريقة كيميائية.

التنظيم الكيميائي للتنفس

١ - مستوى الأكسجين في الدم PO_2

إن انخفاض مستوى الأكسجين في الدم عن معدل أقل من 60 mmHg يحدث اثاراً للمستقبلات الكيميائية المحيطية موجودة في الجسم السباني والجسم الأورطى وترسل سيالات عصبية إلى مراكز التنفس في الدماغ وتعمل على زيادة معدل التنفس .

٢- مستوى ثاني أكسيد الكربون في الدم P_{CO_2}

إن مستوى ثاني أكسيد الكربون في الدم الشرياني P_{CO_2} يحافظ بالحالة الطبيعية على قيمة 40 mmHg عندما يكون هناك ارتفاع في مستوى ثاني أكسيد الكربون الشرياني كنتيجة لزيادة الاستقلاب في الأنسجة يحدث تنبيه للتنفس وبالتالي يصبح معدل التخلص من ثاني أكسيد الكربون مرتفعاً إلى أن يهبط مستواه إلى الحدود الطبيعية مؤدياً إلى إنهاء عملية التنبيه.

عند استنشاق مزيج غازي يحتوي على ثاني أكسيد الكربون فإن P_{CO_2} السنخي يرتفع مؤدياً إلى ارتفاع P_{CO_2} الشرياني. ويحدث تنبيه للتنفس عن طريق إثارة مراكز التنفس في النخاع المستطيل من خلال المستقبلات المركزية ثم يزداد معدل التخلص من CO_2 وينخفض P_{CO_2} في الأسناخ إلى الحدود الطبيعية.

٣- مستوى شوارد الهيدروجين " H^+ "

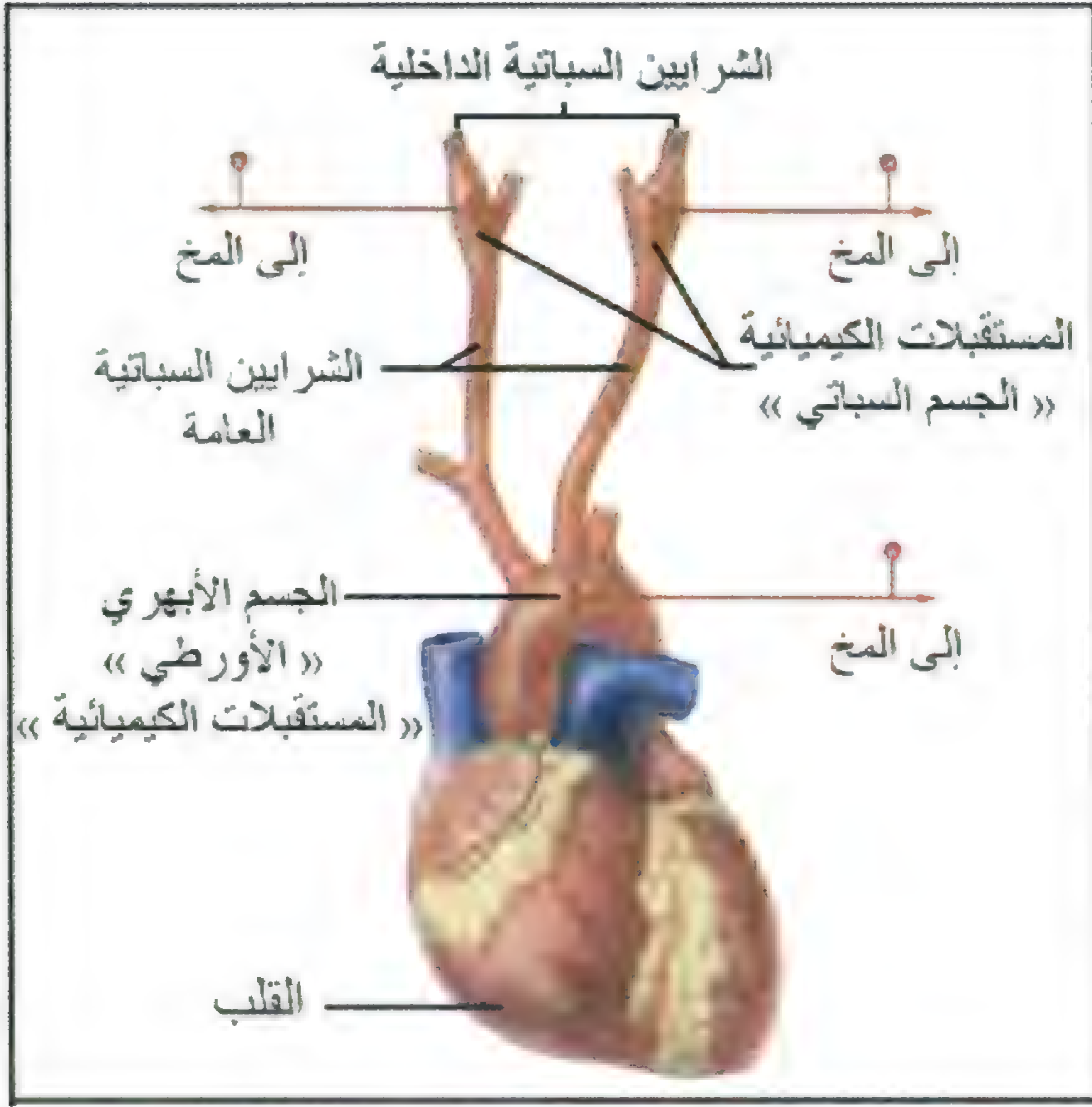
تعمل الزيادة في مستوى شوارد الهيدروجين على إثارة المستقبلات الكيميائية المحيطية والتي تعمل على تنشيط مراكز التنفس ويزداد معدل التنفس في حالة حدوث حمض في الدم.

أنواع المستقبلات الكيميائية

يوجد نوعان من المستقبلات الكيميائية وهي مستقبلات كيميائية (المحيطة أو الطرفية) والمركزية (الشكل رقم ٤٧).

مقارنة بين المستقبلات الكيميائية المحيطية والمركزية

في الجدول رقم (٣٤) مقارنة بين المستقبلات الكيميائية المحيطية والمركزية.



الشكل رقم (٤٧). يوضح أماكن المستقبلات الكيميائية الطرفية في الشرايين.

الجدول رقم (٣٤). مقارنة بين المستقبلات الكيميائية المحيطية والمستقبلات الكيميائية المركزية.

المستقبلات الكيميائية المحيطية	المستقبلات الكيميائية المركزية
<p>مكان وجودها</p> <p>- توجد عند تفرع الشريان السباتي العام</p> <p>مثل " الجسم السباتي Carotid Bodies "</p> <p>- يوجد الجسم الأهر في القوس الأهر من الشريان الأهر "</p> <p>- تتحكم في التنفس بواسطة أعصاب حسية تصل سيالات عصبية إلى النخاع المستطيل .</p>	<p>- توجد على جانبي السطح السفلي من النخاع المستطيل قربه من مراكز التنفس.</p> <p>- لها اتصال مباشر مع مراكز التنفس .</p>

تابع الجدول رقم (٣٤).

المستقبلات الكيميائية المحيطية	المستقبلات الكيميائية المركزية
التنشيط	يستجيب لتغيرات في مستوى ثاني أكسيد الكربون Co2 في الدم ولكن شوارد الهيدروجين في الدم لا يمر عبر (B.B.B)
١. - ينشط بواسطة عدة عوامل بالدم : نقص ضغط الأكسجين O2 Tension .	١. زيادة تركيز شوارد الهيدروجين . الحاجز الدموي للمخ Blood Brain Barrier .
٢. - ولكن مستوى الأكسجين في الدم الشرياني هو الحاث الحقيقي لعمل هذه المستقبلات .	٢. زيادة ثاني أكسيد الكربون Co2 - ولكن ثاني أكسيد الكربون يستطيع أن يعبر ويتحول داخل السائل الدماغي إلى حمض الكربونيك الذي يتحلل إلى بيكربونات + شوارد هيدروجين $H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3 + H^+$ ويقوم H+ باثارة المستقبلات المركزية

التنظيم العصبي للتنفس

يتم تنظيم التنفس العفوي المنتظم من خلال سيالات عصبية قادمة من الدماغ من مراكز التنفس في كل من الجسر والنخاع المستطيل وتمر هذه السيالات العصبية من خلال أعصاب حركية تتصل بعضلات التنفس وتتغير نوعية ونشاط المراكز العصبية في النخاع المستطيل والجسر تبعاً للأوامر القادمة من المراكز العليا في الدماغ والمستقبلات الكيميائية والميكانيكية .

أنواع مراكز التنفس

- ١- مراكز الجسر Pontine centres .
- ٢- مراكز النخاع المستطيل Medullary centres .

أولاً: مراكز الجسر

يحتوي الجسر علي نوعين من المراكز التنفسية هما:

١- مركز النيموتاكسيك Pneumotaxic: ويطلق عليه المركز الجاذب الرئوي.

ويوجد في الجسر في الجزء العلوي وهو يؤثر على انسيابية حركات التنفس (الشهيق والزفير) وتتابعها من خلال إحباط مركز الشهيق.

أ) هو المركز المسؤول عن زيادة سرعة التنفس في حالات الخوف والغضب.

ب) لا يعمل هذا المركز أثناء الراحة.

٢- مركز الأبنوسيتك Apneustic centre:

أ) يرسل هذا المركز سيالات عصبية تنشط مركز الشهيق في النخاع المستطيل.

ب) يستقبل سيالات مثبطة من مركز النيموتاكسيك ومن العصب الحائر من الرئتين لكي تتوقف عملية الشهيق.

ثانياً: مراكز النخاع المستطيل

١- مجموعة تقع في الجزء الظهري " مركز الشهيق:

أ) يخرج من مركز الشهيق سيالات عصبية تمر خلال العصب الحجابي Phrenic Nerve إلى الحجاب الحاجز والعضلات الخارجية بين الضلوع.

ب) يرسل سيالات عصبية محدثة للشهيق وعند تثبيط هذا المركز يحدث الزفير.

ج) يستقبل إشارات حسية من المستقبلات الميكانيكية والكيميائية من خلال

العصب المبهم "الحائر" والعصب اللساني البلعومي ومن خلال السيالات

العصبية المثبطة والقادمة إلى مركز الشهيق على فترات منتظمة فيتم تتابع

الشهيق والزفير.

٢- مركز الزفير Expiratory Centre: يوجد في الجزء الوحشي أو البطني من النخاع المستطيل هذا المركز لا يعمل أثناء التنفس العادي " الراحة " ولكن يعمل هذا المركز فقط في حالات التنفس العميق السريع ويؤدي إلى خروج سيالات عصبية مسؤولة عن سرعة ارتداد الضلوع إلى مكانها قبل حدوث الشهيق وزيادة الضغط داخل الرئتين ويغذي العضلات الضلعية الداخلية .

بعض الحركات التنفسية

١- الكحة (السعال) Cough

هي عبارة عن شهيق متوسط يعقبه زفير قوي تغلق خلاله فتحة المزمار ثم تنفجر فجأة فتحة المزمار فيندفع الهواء "الزفير" خارجاً بضغط عالٍ طارداً معه الأجسام الغريبة. السبب Causes: وجود جسيمات دقيقة على الأجزاء التنفسية السفلى مثل الحنجرة - القصبة الهوائية - الشعب الرئوية.

آلية الكحة: تنبيه هذه الأجسام الغريبة لمستقبلات الغشاء المخاطي Mucous membrane المبطن لهذه الممرات التنفسية مما يؤدي إلى خروج سيالات عصبية في العصب المبهم Vagus n. إلى مركز الكحة في النخاع المستطيل M.O فتحدث الكحة.

أنواع الكحة

١- الكحة الجافة Dry Cough: تحدث نتيجة تنبيه مركز الكحة في النخاع المستطيل لوجود مواد مهيجة وتكون هذه الكحة جافة لا يصاحبها بلغم.

٢- كحة مصحوبة بالقشع "البلغم" Sputum: تحدث نتيجة وجود مواد تثير الغشاء المخاطي للممرات التنفسية السفلى حيث يفرز بها البلغم.

ويختلف علاج كل نوع حسب السبب. ففي النوع الأول: يكون العلاج بإعطاء مهدئات الكحة التي تؤثر على النخاع المستطيل.

وفي حالة الكحة المصحوبة بالبلغم: يعطى طارداً للبلغم "مذيئات المخاط".

٢- العطس Sneezing

يشابه الكحة ولكن يحدث إثارة للأغشية المخاطية المبطنة للأنف حيث تمر السوائل العصبية من خلال العصب الثلاثي التوأم Trigeminal Nerve إلى مركز العطس Sneezing centre في النخاع المستطيل M.O .

٣- التأوب Yawing

هو عبارة عن شهيق عميق يساعد على فتح معظم أكياس السنخ الخاملة. وهو محاولة من الجهاز التنفسي لزيادة معدل التهوية الرئوية ويحدث نتيجة نقص الأكسجين في الدم.

الوظائف غير التنفسية للرئتين Non Respiratory Function

١- استخلاص والتخلص من السيروتونين Serotonin والنورأدرينالين بواسطة أنزيم احادي أمين المؤكسدة وكذلك التخلص من البراديكنين .

٢- تحويل الأنجيوتنسينوجين I إلى أنجيوتنسين II بواسطة إنزيم محول Converting enzyme .

٣- معظم البروستاجلاندين المفرز من الجسم يتحطم خلال مروره في الرئتين حوالي 80 % منه.

الفصل التاسع

الغدد الصماء

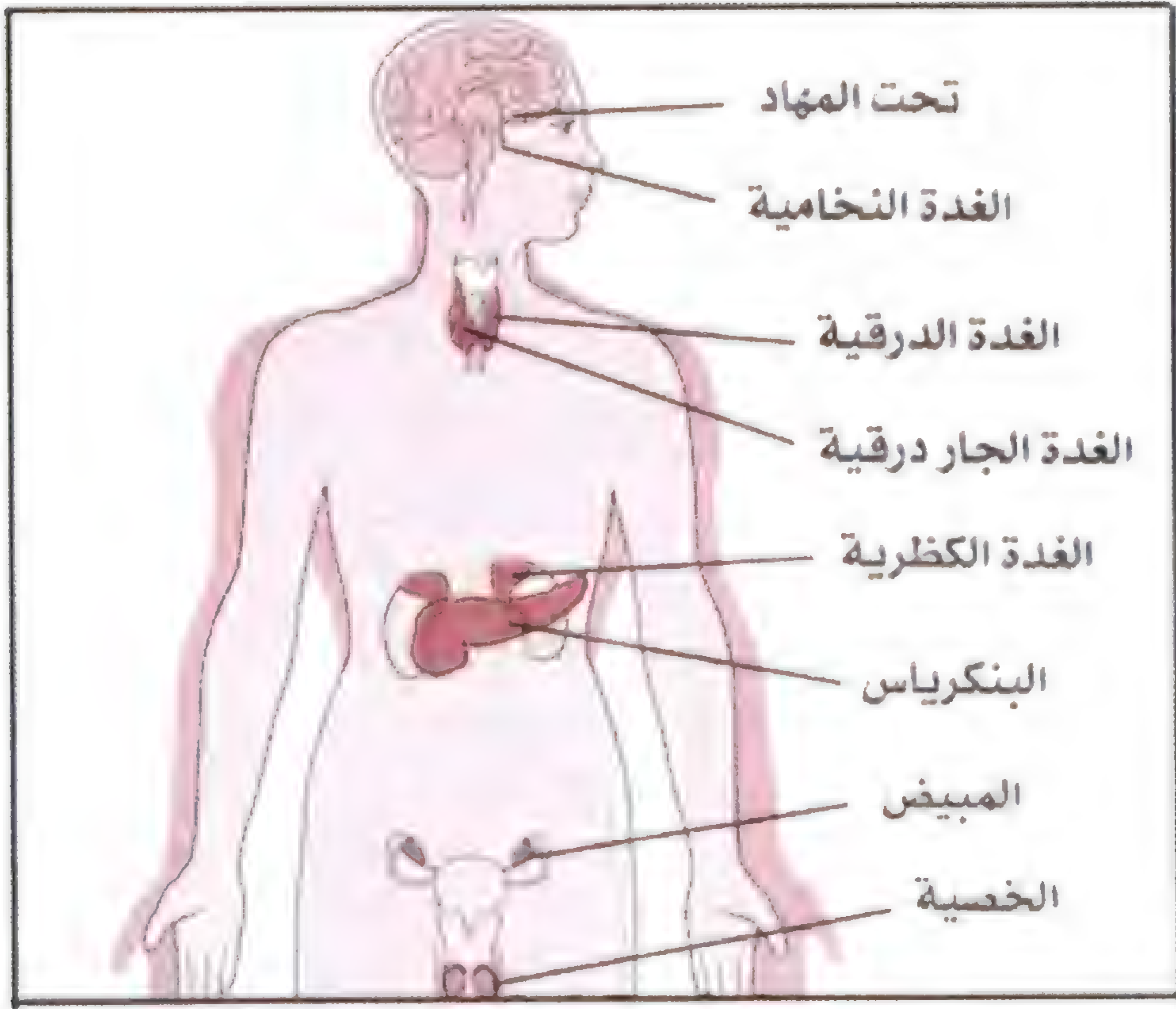
glands Endocrine

مقدمة

الغدد الصماء هي الغدد التي تمر إفرازاتها (أي الهرمونات Hormones) إلى الدم بدون قنوات أي أنها غدد ذات إفراز داخلي وهي الغدة النخامية والغدة الدرقية والغدة الجار درقية والغدة الكظرية والبنكرياس ويعتبر من الغدد الصماء في حالة إفراز هرموني الأنسولين والجلوكاجون من جزر لانجر هانز وأيضا غدة ذات إفراز خارجي عند إفراز العصارة البنكرياسية وهناك أيضا غدد ذات إفراز خارجي مثل الغدة اللعابية والكبد. ويعتبر المبيض في الإناث والخصية في الذكور من الغدد الصم ومن الغدد ذات الإفراز الخارجي في حال تكوين البويضات والحيوانات المنوية (الشكل رقم ٤٨).

يوجد مجموعة أخرى من الهرمونات تفرز موضعيا Local hormones مثل الأستيل كولين والبروستاجلاندين والسيترتونيون والبرادي كينين.

وحيثما تم اكتشاف خلايا ليست ذات طبيعة غدية ولكنها تفرز هرمونات أو رسائل كيميائية تعمل على تنشيط وظائف بعض أعضاء الجسم . مثل الخلايا الكلوية وتفرز هرمون الأريثروبيوتين erythropoietin والذي ينشط نخاع العظم ويزيد عدد خلايا الدم الحمراء. وهرمون ينظم مستوى الصوديوم والضغط ويفرز من الأذين في القلب يسمى (ANH) Atrial natriuretic hormone .



الشكل رقم (٤٨). يوضح جهاز الغدد الصماء في جسم الإنسان.

وبعض من الخلايا الليمفاوية والخلايا الوحيدة وتفرز السيتوكين أو الأنترلوكين Interleukins والأنترفيرون وأيضا الصفائح الدموية وتفرز عامل النمو Growth factors . والخلايا الدهنية وتفرز هرمون اللبتين Leptin hormone . وتفرز خلايا المشيمة هرمونات البروجسترون والأستروجين وموجة القند المشيمي أثناء الحمل.

خصائص الهرمونات

- ١- تفرز الهرمونات من خلايا الغدد الصماء وتنقل بواسطة الدم إما حرة أو مرتبطة مع بعض بروتينات البلازما وتحدث تأثيرها في مناطق مختلفة من أعضاء جسم الإنسان تسمى الأعضاء المستهدفة Target organs.

- ٢- تحتوي الأعضاء المستهدفة على نوع خاص من البروتينات تسمى مستقبلات الهرمون وتوجد هذه المستقبلات إما على الغشاء الخلوي أو داخل السيتوبلازم أو النواة حسب التركيب الكيميائي للهرمون.
- ٣- يختلف التركيب الكيميائي للهرمونات وجد أن بعض هذه الهرمونات يتكون من حمض أميني متحد مع اليود مثل هرمونات الغدة الدرقية أو من البروتينات مثل الأنسولين وهرمونات الغدة النخامية أو من الكولستيرول (استرويدات) مثل هرمونات قشرة الغدة الكظرية والهرمونات الجنسية مثل هرمون الأستروجين والبروجسترون في الإناث والتستسترون في الذكور أو مكونة من أحماض دهنية مثل البروستاجلاندين.
- ٤- تعمل هذه الهرمونات مع الجهاز العصبي على تنظيم وتنسيق وظائف أعضاء الجسم .
- ٥- بعض الهرمونات لها تأثير محفز أي منشط والبعض الآخر له تأثير مثبط مثل الهرمونات التي تتحكم في إفراز الغدة النخامية وتفرز من الوطاء في المخ .
- ٦- تتكون الهرمونات في خلايا الغدد الصماء داخل الشبكة الهيولية أو أجسام جولجي.
- ٧- تعمل بعض الهرمونات على زيادة معدل Cyclic AMP أو GMP أو زيادة مستوى شواردات الكالسيوم داخل خلايا الأعضاء المستهدفة فتحدث التأثير أو الوظائف.
- ٨- تعمل الهرمونات على ثبات معدلات السكر بالدم مثل هرمون الأنسولين أو معدل الكالسيوم والفسفور في الدم مثل هرمون الغدة الجار درقية أو معدل أملاح الصوديوم والبوتاسيوم مثل هرمون الألدوستيرون وتجعل البيئة الداخلية للجسم ثابتة .
- ٩- تعمل بعض الهرمونات على معدلات الطاقة في الجسم مثل هرمونات الغدة الدرقية والبعض الآخر يجعل الإنسان يواجه المواقف الصعبة والإجهاد مثل هرمونات قشرة الغدة الكظرية ولب الغدة الكظرية مثل هرمون الأدرينالين.

- ١٠- يؤدي الخلل في مستوى في وظائف الغدد الصماء سواء نقص إفراز أو زيادة إفراز الغدة إلى خلل في مستوى الهرمون في الدم ظهور حالات مرضية تؤثر على الوظائف الفسيولوجية للجسم.
- ١١- يتم تنظيم مستوى هذه الهرمونات عن طريق سيطرة وتحكم بعض الغدد على وظائف الغدد الأخرى مثل الوطاء أو الغدة النخامية . والبعض الآخر بواسطة مستوى بعض المواد والعناصر في الدم مثل مستوى الجلوكوز في الدم ينظم معدل إفراز الأنسولين.
- ١٢- يوجد نوعان من التغذية العكسية في تنظيم إفراز الهرمون أو Feed -back Mechanism تغذية عكسية سالبة وتغذية عكسية موجبة . فالأولى مثبطة لإفراز الهرمون والثانية منشطة للإفراز.

الغدة النخامية

Pituitary gland

توجد الغدة النخامية أسفل المخ من ناحية الوطاء hypothalamus وأعلى سقف الفم ويبلغ وزنها حوالي ٠,٧٥ جرام في الإنسان ويكون وزنها أعلى في الإناث وخصوصاً أثناء الحمل وتعتبر الغدة النخامية هي الغدة المسيطرة على نشاط الغدد الصماء في الجسم.

Anterior pituitary
(adeno hypophysis)

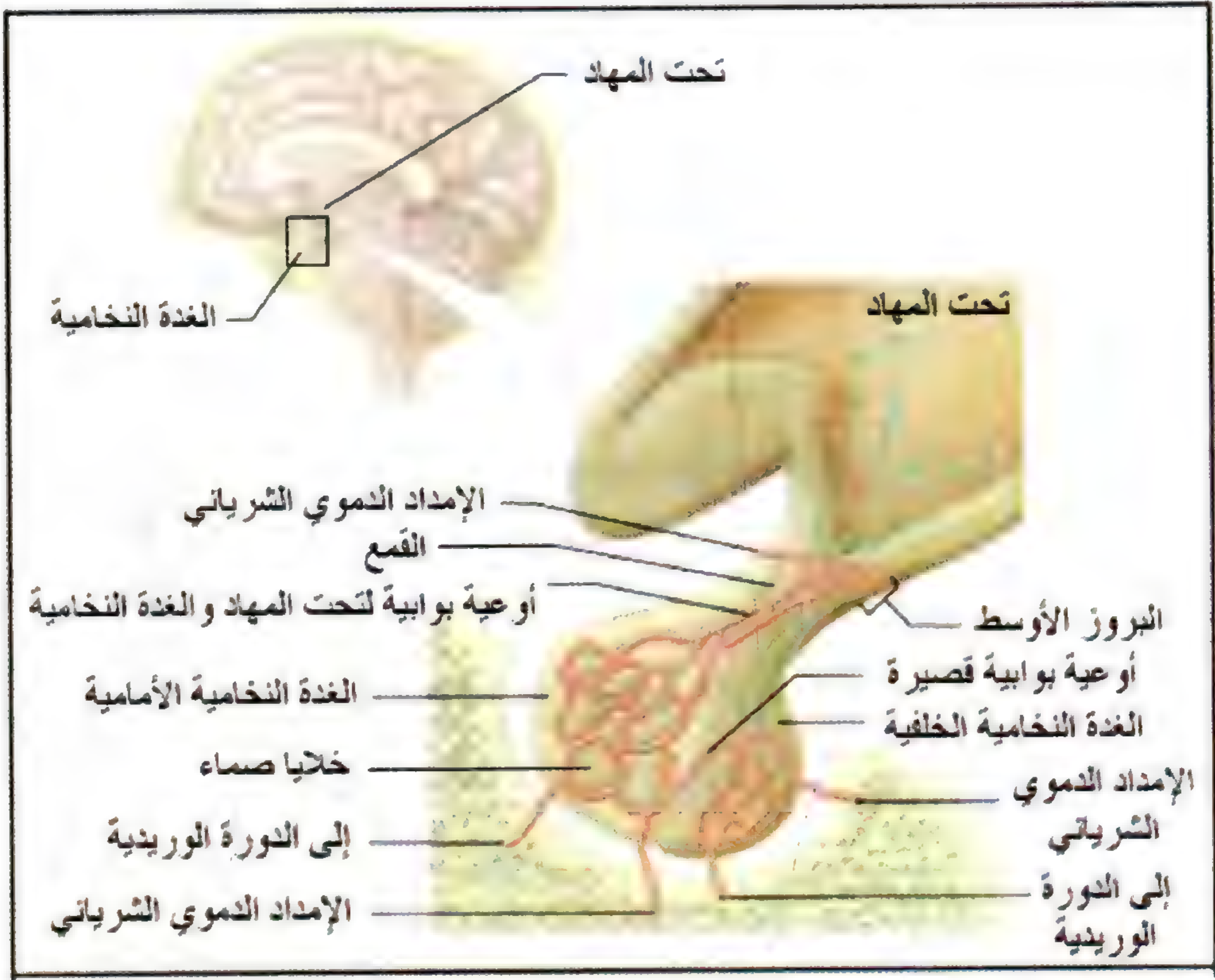
وتتكون من الغدة النخامية الأمامية

posterior pituitary
(neurohypophysis)

الغدة النخامية الخلفية

العلاقة بين الوطاء والغدة النخامية

تتحكم الوطاء في وظائف الغدة النخامية الأمامية بواسطة إفراز عوامل أو هرمونات منشطة أو مثبطة لإفراز الغدة النخامية. وتفرز في الدم وتصل الغدة النخامية عن طريق الدورة البابية بين الوطاء والغدة النخامية الأمامية. أو تفرز هرمون المانع لإدرار البول (ADH) Antidiuratic Hormone أو هرمون الأوكسي توسين Oxytocin في المحاور العصبية للعقد أو النواة فوق البصرية والنواة تحت البطينية في الوطاء وتفرز من الغدة النخامية الخلفية إلى الدم.



الشكل رقم (٤٩). يوضح العلاقة بين تحت المهاد والغدة النخامية.

الهرمونات الحاثية للغدة النخامية الأمامية

- ١- Gn-RH وينشط إفراز [FSH - LH] وتنشط هذه الهرمونات وظائف المبيض والخصية وظهور علامات البلوغ في الإنسان.
- ٢- TRH محرر الدرق وينشط إفراز الغدة النخامية لتفرز هرمون TSH منشط الغدة الدرقية.
- ٣- CRH محرر الكظر وينشط إفراز ACTH منشط الكظر وينشط إفراز هرمون الكورتيزول Cortisol من قشرة الغدة الكظرية.
- ٤- GH-RH محرر هرمون النمو وينشط إفراز هرمون النمو Growth hormone من الغدة النخامية الأمامية.

الهرمونات المثبطة للغدة النخامية الأمامية

- ١- الهرمون المثبط لهرمون النمو أو السوماتوستاتين . ويثبط إفراز هرمون النمو من الغدة النخامية.
- ٢- الهرمون المثبط لهرمون اللبن أو الدوبامين Prolactin inhibiting hormone (Dopamine or DA). ويثبط إفراز هرمون اللبن.

الغدة النخامية الأمامية

تتكون من ثلاث فصوص:

- ١- هي الفص الأمامي "الغدي" pars distalis.
 - ٢- الفص الوسطي pars intermedia.
 - ٣- الفص الدرني pars tuberalis.
- وفصل بين الغدة النخامية الأمامية والخلفية جزء يسمى شق الغدة.

١- الفص الأمامي

تتكون خلايا الفص الأمامي من نوعين من الخلايا هي:

(أ) خلايا كارهة للون أو للأصباغ Chromophobes : وهي ذات هيولي شاحبة وغير محبة.

(ب) خلايا محبة للون أو للأصباغ Chromophils وهي نوعان:

- خلايا محبة للون أو للأصباغ الحامضية acidophils cells: خلايا ألفا وهي خلايا تفرز هرمون النمو الذي يؤثر على خلايا الجسم مباشرة growth hormone و تمثل حوالي 70 % من خلايا الفص الأمامي و هرمون اللبن أو البرولاكتين Prolactin hormone . وهو الهرمون المسؤول عن تكوين اللبن في الثدي بعد الولادة.

- خلايا محبة للون أو للأصباغ القاعدية basophilic cells : خلايا بيتا وهي خلايا تمثل حوالي 30 % من خلايا الفص الأمامي وتفرز مجموعة من الهرمونات تحفز إفراز هرمونات الغدد الصماء الأخرى مثل: الهرمون الحاث للغدة الدرقية Thyrotropin (TSH) وينشط إفراز هرمونات الغدة الدرقية و الهرمون الحاث لقشرة الكظرية (ACTH) ومنشط أو حافز المناسل Gonadotropin hormone [FSH- LH] هرمون الملوتن- الهرمون الحاث للجراب .

٢- الفص الأوسط pars intermedia

ويوجد بين الفص الأمامي و الغدة النخامية الخلفية أو الفص العصبي ويفرز الهرمون الحاث للميلانين (Melanocyte stimulating hormone-MSH).

٢- الفص الدرني pars tuberalis

هو طبقة رقيقة من النسيج الغدد و تتكون من شبكة من الخلايا بها أوعية دموية و تتكون من خلايا غير محبة.

الغدة النخامية الخلفية posterior pituitary gland

وتتكون من القمع infundibulum ويتصل من أعلى بالوطاء hypothalamus وفص واحد هو الفص العصبي pars nervosa.

الفص العصبي pars nervosa

وتتكون من ألياف عصبية وخلايا غير منتظمة الشكل و لها زوائد سيتوبلازمية وتحتوي علي حبيبات بنية اللون وتفرز هرموني فازوبريسين vasopressin أو ADH هرمون المضاد لإدرار البول الذي يحفظ توازن السوائل في الجسم وخاصة الماء. وأيضا هرمون أكسي توسين Oxytocin hormone وهذا الهرمون يؤثر على إفراز اللبن أثناء الرضاعة في الإنسان و الحيوان و أيضا يؤثر علي الرحم أثناء الولادة.

وظائف الغدة النخامية الأمامية

تفرز هذه الغدة الهرمونات الآتية :

- ١- هرمون النمو growth H.
- ٢- الهرمون الحاث للغدة الدرقية TSH.
- ٣- الهرمون الحاث للغدة الكظرية ACTH.
- ٤- الهرمون الحاث للمناسل Ganodotropins.
- ٥- هرمون اللبن prolactin H.

١- هرمون النمو

ويتكون هرمون النمو من عدد من الأحماض الأمينية ، ويبلغ وزن الجزيء 21500 في الإنسان. ويبلغ متوسط جملة الإفراز اليومي في الإنسان البالغ 1 - 4 مليجرام. ويؤدي هذا الهرمون إلى زيادة نمو كل أنسجة الجسم أثناء عملية النمو عن طريق:

- أ) زيادة معدل تكوين البروتين في كل الخلايا الجسم وزيادة حامض DNA ويقلل هدم البروتين في الجسم. يؤدي إلى زيادة نمو العظام وزيادة طولها
- ب) يؤدي إلى زيادة نسبة السكر في الدم Hyperglycemia .
- ج) زيادة نمو العضلات و الكبد و القلب و الكلى .
- د) زيادة معدل تحليل الدهون. Lipolysis من الدهون المخزنة و يؤدي ذلك إلى ارتفاع معدل الأحماض الدهنية في الدم وزيادة إنتاج الطاقة في الجسم.
- ويؤثر هذا الهرمون من خلال تأثيره غير المباشر على خلايا الكبد لتفرز مواد منشطة للنمو يطلق عليها السوماتومدين أو عامل النمو مشابة الأنسولين IGF1,IGF2 وهي تعمل على زيادة النمو و تشابه هرمون الأنسولين في الوظيفة.

زيادة نشاط هرمون النمو

- أ) أثناء فترة النمو: إلى حدوث عملاقة الجسم جميعا Giagantism حيث يحدث زيادة في وزن العظام و العضلات و الأحشاء إلى أن يأتي وقت يصاب فيه العملاق بضعف بالغ حيث تقل معدلات نمو العضلات بالنسبة للجسم .
- ب) بعد فترة النمو (بعد البلوغ): إذا ما حدث نشاط في هذا الهرمون بعد البلوغ فإن هرمون النمو لا يحدث أثره في النمو و التضخم إلا في عظام الجسم الغضروفية دون غيرها و تعرف هذه الحالة باسم عملاقة العظام الغضروفية Acromegaly، عظام الجمجمة الفك السفلي دون الأسنان التي تبدو متباعدة نتيجة لتضخم عظام الفك فقط وكذلك تضخم عظام الأصابع و الأقدام فتبدو متباعدة

ويصاحب هذه الحالة أعراض شبيهة بما يحدث في مرض البول السكري فيحدث ارتفاع في محتوى السكر في الدم و انخفاض قابلية الجسم للاستجابة لهرمون الأنسولين .

نقص إفراز هرمون النمو: يؤدي نقصان إفراز هرمون النمو أثناء فترة النمو إلى أن يصبح الجسم قزما وتعرف هذه الحالة بالقزمية Dwarfism ويكون هذا الجسم قصير في الطول و متناسق الأعضاء سوي الشكل و القدرات العقلية سليمة . وهناك أيضا نوع من الأقزمة ناتج عن نقص هرمون الغدة الدرقية في أثناء مراحل النمو يسمى بالقمءة Cretinism ويتميز هذا القزم أنه غير متناسق الشكل و الأطراف وتكون قدراته العقلية دون مثيلتها في نفس العمر.

٢- الهرمون الحاث أو حافز الغدة الدرقية

تفرز الغدة الدرقية هرمونات أشهرها هرمون الثيروكسين (T4) و (T3) ويحكم نشاطها هذا هرمون خاص من الغدة النخامية يعرف بالاسم المشار إليه . إذا انخفض معدل إفراز الثيروكسين من الدرقية فإن النخامية تستشعر هذه فتفرز هرمونا يحفز الدرقية التي بدورها تستجيب للحافز فينسب منها هرمون الثيروكسين إلى أن يرتفع محتواه في الدم عن المستوى المطلوب فتستشعر النخامية هذا لم يعد هناك داع لحفز الدرقية فينخفض معدل إفراز الحافز Thyrotropic H فتتكاسل الدرقية مرة أخرى إذا انخفض الحافز فينخفض نتيجة لذلك مستوى الثيروكسين في الدم و تحسه النخامية وترسل حافزها مرة أخرى و تستجيب الدرقية له و هكذا و ممكن أن نقول إن النخامية تحكم الدرقية حكما مباشرا وأن الدرقية أيضا دون أن تقصد تؤثر على النخامية تأثيرا سبق توضيحه.

٣- الهرمون الحاث أو حافز لقشرة الكظر (A C T H)

Adrenocorticotropic H

وهو يحكم نشاط قشرة الكظر دون النخاع بنفس النظام السابق. فيعمل على تنشيط إفراز هرمون الكورتيزول Cortisol hormone من قشرة الكظر.

٤- حافز التناسل Gonadotrophic H.

وهما هرموني LH, FSH، وهذه الهرمونات تحكم نشاط المبيض فيما يتعلق بدفع الحويصلات غير الناضجة نحو تمام النمو ما يعرف باسم حويصلة جراف Graffian Follicles وكذا تنبيه نسيج المبيض و حفزه نحو إفراز هرمون الاستروجن Oestrogens. وكذلك تنشيط عملية التبويض من المبيض وإخراج البويضة إلى قناة فالوب حيث يحدث لها عملية الإخصاب بواسطة الحيوان المنوي. هذا كما تحكم هذه الحوافز نشاط الخصية فيما يتعلق بإفراز هرمون الذكورة التستستيرون Testosterone.

وقد استفاد العلماء من ظاهرة تأثير الغدة النخامية على نشاط المبيض فيما يتعلق بموانع الحمل الكيماوية. تدفع هرمونات النخامية الحافزة المبيض نحو النشاط و يتكون نتيجة لذلك حويصلة قائمة التكوين تحوي في داخلها بويضة كاملة بها نصف الكروموسومات الممثلة للنوع. تتفجر تلك الحويصلة و يخرج ما بها من بويضة. إذا حدث حمل فإن المتبقي من الحويصلة بعد خروج البويضة منها يكون ما يعرف باسم الجسم الأصفر Corpus luteum. ويفرز هرمون البروجستيرون الذي يسري في الدم الأمر الذي يرفع مستوى هرمونات الأنوثة في دم الأنثى الحامل، يستمر تواجد الجسم الأصفر طيلة الحمل و يستمر إفراز هرمون البروجستيرون وهذا من شأنه أن يؤثر في النخامية ويدفعها إلى الإقلال من إفراز حافز التناسل الأمر الذي يوقف عملية التبويض.

وموانع الحمل الكيماوية عبارة عن أقراص تحتوي على هرمونات أنثوية مخلقة صناعيا. ويحدث عند تناولها أن ترتفع مستويات هرمونات الأنوثة في الدم الأمر الذي يدفع النخامية نحو إيقاف حافزات التناسل فتتوقف عملية التبويض. ويستمر تناول هذه الأقراص مدة قوامها 21 و عند التوقف تبدأ عملية الإدماء Menses و هذه ما تعرف بالدورة الشهرية.

٥- هرمون اللبن prolactin

وينشط هذا الهرمون خلايا إفراز اللبن في الثدي أثناء تكوين اللبن . وتنظيم عملية الرضاعة من الثدي وتحفيز تكوين واستمرار تكوين اللبن في الثدي وكذلك هو مسؤول عن عاطفة الأمومة وزيادتها عن الولادة.

وظائف الفص الخلفي للغدة النخامية (الفص العصبي)

ويفرز هرمون يسمى فازوبروسسين vasopressin وهو هرمون مضاد لإدرار البول أنه ينظم عملية الإدرار و يحفظ للجسم اتزانه المائي كما أن ذلك الفص يفرز أيضا هرمونا آخر يعرف باسم أوكستوسين oxytocin و هذا الهرمون يؤثر على حويصلات اللبن ذلك أن عملية الرضاعة و مداعبة الطفل لحلمة الثدي تحدث تأثيراً في الحلمات يستجيب لها الجهاز العصبي المركزي الذي يدفع بدوره الغدة النخامية نحو إفراز ذلك الهرمون الذي يسري في الدم فيؤثر في عضلات حويصلات اللبن الملساء (اللاإرادية) ويعمل على انقباضها فيندفع اللبن منها إلى فم الرضيع.

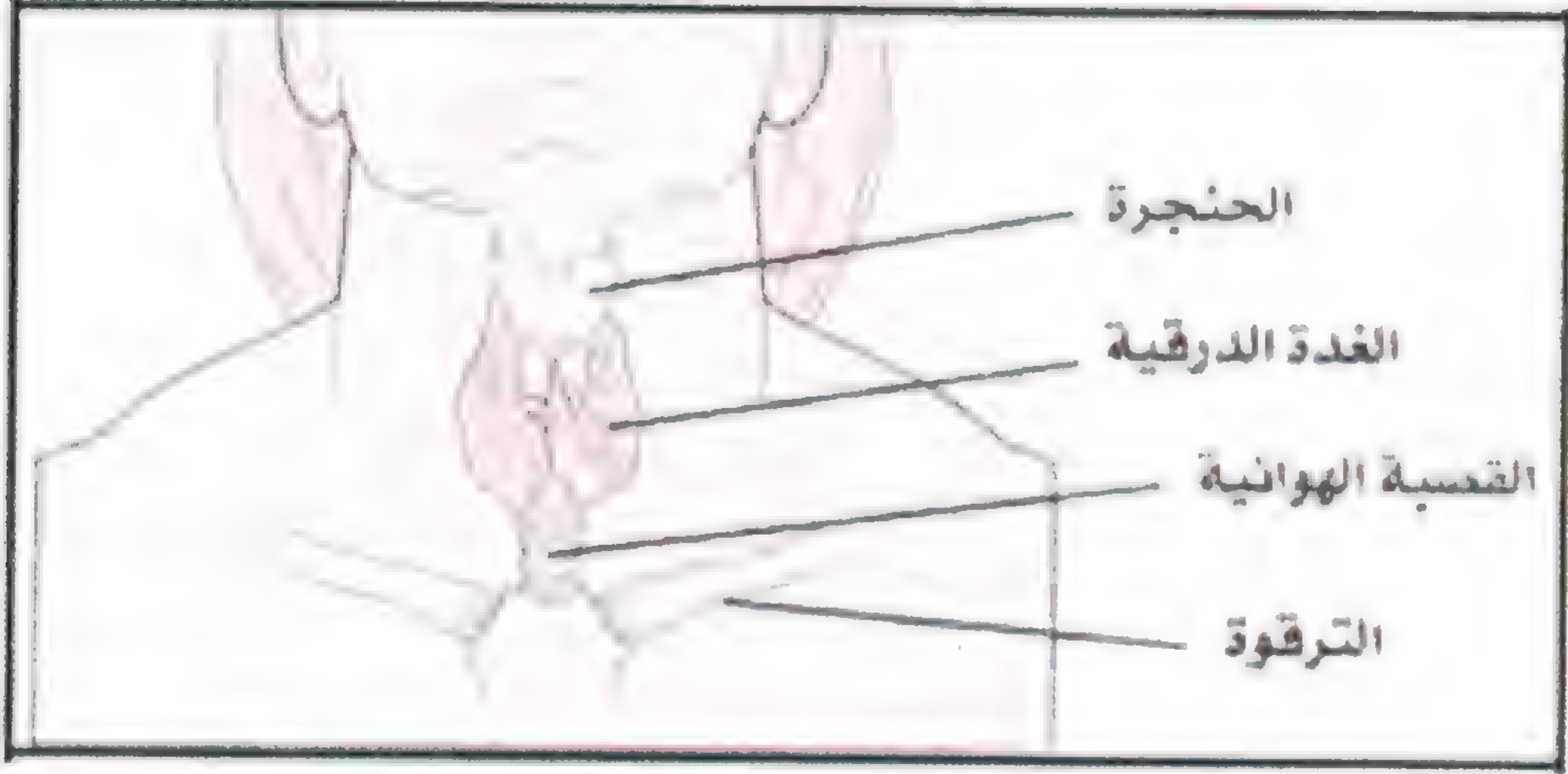
الفص الأوسط

ويفرز هرمون خاص بالتلوين ويعرف باسم Melanocyte Hormone وهو المسؤول عن لون الجلد في الإنسان.

الغدة الدرقية Thyroid Gland

تتكون الغدة الدرقية من فصين وتقع أسفل الحنجرة على جانبي الحلقة الرابعة من القصبة الهوائية ويتصل الفصان بواسطة غشاء رقيق يسمى البرزخ Isthmus وتتكون من المحفظة الليفية وتحيط بالغدة من الخارج و تكون من نسيج ليفي ضام وتحتوي الغدة على

الحويصلات الدرقية Thyroid Vesicles وهي حويصلات كبيرة أو صغيرة الحجم، بيضاوية الشكل أو مستطيلة و تحتوي بداخلها سائلاً رغوياً يسمى thyroglobulin (الشكل رقم ٥٠).



الشكل رقم (٥٠). يوضح الغدة الدرقية.

ويتكون جدار الحويصلات من خلايا طلائية مكعبة بسيطة Simple Cuboidal وتحتوي على أنويه كبيرة و تصب إفرازها في تجويف الحويصلة، النسيج بين حويصلي يتكون من نسيج ضام به شبكة من الألياف تحتوي على أوعية وشعيرات دموية كبيرة تفرز الغدة الدرقية هرموني الثيروكسين الثلاثي (١) triiodothyronine والثيروكسين الرباعي (٢) thyroxine.

خطوات تخليق هرمون الثيروكسين وثلاثي ايوديد الثيرونين

١- ينتقل عنصر اليود من الدم إلى السائل الغروي حيث ترتفع نسبة اليود به.

- ٢- بعد ذلك يتأكسد اليود، وفي وجود التيروسين tyrosine يتكون أحادي ايوديد التيروسين Monoiodotyrosine وثنائي أيوديد التيروسين Diiodotyrosine.
- ٣- يتكون الثيروكسين من اتحاد جزئين من ثنائي أيوديد التيروسين ويصحب ذلك خروج الحمض الأمي الألنن.
- ٤- يتكون ثلاثي أيوديد الثيرونين من اتحاد جزئي من أحادي أيوديد التيروسين مع جزئي من ثنائي ايوديد التيروسين.
- وجدير بالذكر أن كلاً من هرمون الثيروكسين و ثلاثي ايوديد الثيرونين يتمثلان في التأثير الفسيولوجي غير أن نسبة هرمون الثيروكسين أعلى من نسبة هرمون ثلاثي ايوديد الثيرونين. ولكن هرمون ثلاثي ايوديد الثيرونين أنشط من الثيروكسين بحوالي ٣-٥ مرات.

أعراض نقص هرمون الثيروكسين

- ينشأ مرض يعرف باسم Myxedema نتيجة لنقص إفراز الثيروكسين و أعراض هذا المرض تتمثل في الآتي :
- ١- نقص معدلات الاستقلاب مما يؤدي إلى نقص استهلاك الأكسجين و نقص الحرارة الناتجة مما يسبب زيادة قابلية المريض للتأثير بالبرد .
- ٢- ارتفاع نسبة تراكم الدهون وزيادة في نسبة الدهون المسفرة و الكوليسترول Hypercholestromia في الدم .
- ٣- الميل إلى النوم مع انخفاض معنويات المريض على الرغم من أن درجة الذكاء العام لا تتأثر .
- ٤- تراكم المخاط Mucous تحت الجلد .

٥- نقص في نسبة امتصاص Carotens و تحويله إلى فيتامين (أ) مما يؤدي إلى نقص نسبة تكوين فيتامين a و يصحب ذلك حدوث جفاف الجلد و تشققه و مرض العشب الليلي (عدم الرؤية في الظلام) Night blindness و عندما يحدث نقص في إفراز هرمون الثيروكسين أثناء مرحلة الطفولة ينشأ مرض يعرف باسم Cretinism (قماءة) . وفي هذه الحالة ينخفض معدل الاستقلاب و يصبح الطفل قزماً و لكن مع عدم التناسق في الأعضاء ولا انتظام في الشكل و هذا القزم يكون متخلف عقليا له شفاه غليظة و له لسان متضخم بارز خارج الفم و قد يصاحب هذا انسياب لعابه من الفم كما أن له عضلات ضعيفة .

أعراض زيادة هرمون الثيروكسين Hyperthyroidism

يصحب هذه الحالة تضخم في الغدة الدرقية مسببا مرضا يعرف باسم Graves Disease Or Exophthalmic Goiter ويحدث نتيجة وجود خلل في جهاز المناعة وتكوين أجسام مناعية تعمل على زيادة نشاط الغدة وإحداث التضخم في الغدة. وأعراض هذا المرض:

١- زيادة في معدلات الاستقلاب وفي استهلاك الأكسجين مما يؤدي إلى زيادة في كمية الحرارة الناتجة . و هذا المريض أقل احتمالا للجو الحار . وفي هذه الحالة (زيادة معدل الاستقلاب - التنفس - دوران الدم) يزيد الإجهاد على قلب المريض مسببا ضعف القلب .

٢- يشكو المريض في هذه الحالة من جحوظ العين Exophthalmus

٣- كما يشكو من زيادة في استهلاك الدهن مع انخفاض نسبة الكوليسترول في الدم.

٤- في هذه الحالة أيضا تزيد معدلات هدم البروتين Catabolism مما يسبب نقص الوزن و ضعف العضلات ، و لذلك يعتبر هرمون الثيروكسين هرمون هدام . يوجد بين ٤٧ الحويصلات المكونة للغدة الدرقية خلايا تعرف باسم Parafollicular Cells

(الخلايا جار الحويصلات) وهذه الخلايا تفرز هرموناً يعرف باسم Calcitonin وهو هرمون بروتيني وزنه الجزيء حوالي 3600 وهو هرمون له علاقة باستقلاب الكالسيوم. ويعمل هرمون كلستيونين Calcitonin إلى خفض معدل الكالسيوم في الدم.

الغدة الجار درقية

وهي تفرز هرمون الباراثرمون Parathormone أو Parathyroid Hormone ولا يفرز هذا الهرمون تحت تأثير الجهاز العصبي أو عن طريق سيطرة الغدة النخامية ولكن تحكمه مستوى الكالسيوم (ca) أو الفوسفات phosphorus في الدم . حيث يزيد إفرازه عندما ينقص مستوى الكالسيوم أو يزيد مستوى الفوسفات في الدم و يقل إفرازه عندما ينقص يحدث العكس (الشكل رقم ٥١).



الشكل رقم (٥١). يوضح الغدة الجار درقية.

نقص إفراز هرمون الغدة الجار درقية

يحدث نتيجة ضمور في الغدة أو استئصالها في هذه الحالة ينخفض مستوى شواردات الكالسيوم في الدم من 10 ملي جرام / سم³ دم (نسبة شواردات الكالسيوم

في الشخص العادي) (إلى 7 ملي جرام / 100 ملي دم) . مما يسبب حالة مرضية تعرف باسم Tatany كما ينخفض في هذه الحالة أيضا معدل إخراج الفوسفات في البول مسببا ارتفاع مستوى الفوسفات في الدم.

زيادة هرمون الغدد الجار درقية

إذا حدث ورم في الغدد الجار درقية يزداد إفراز هرمون الباراثرمون مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى شواردات الكالسيوم في الدم (20 ملي جرام / 100 سم3 دم وذلك نتيجة لنقص تكلس العظام مما يسبب حدوث تشوهات بالعظام و كذلك يحدث انخفاض في مستوى شواردات الفوسفات غير العضوية . وتكون حصوات من كربونات الكالسيوم في الكلى والحالبين والمثانة ويمكن أن تؤدي إلى حدوث الفشل الكلوي.

غدة البنكرياس

البنكرياس الغدة قنوية تفرز عصارات هاضمة إلى جانب أنه غدة لا قنوية تفرز هرمونات يحملها الدم إلى كل أنحاء الجسم . و الجزء المسؤول عن إفراز الهرمونات في البنكرياس هو جزر لانجرهانز وهذا الجزء يحتوي على 3 أنواع من الخلايا هي: خلايا الفا (α) وخلايا بيتا (β) وخلايا دلتا (D) .

وجدير بالذكر أن غدة البنكرياس تفرز هرمونين لهما أهمية كبرى في استقلاب المواد السكرية و البروتينية و الدهنية هما هرمون الأنسولين Insulin (من خلايا بيتا B) وهرمون الجلوكاجون Glucagon (من خلايا ألفا A) أما خلايا D فتفرز هرمون السوماتوستاتين و يفرز أيضا من تحت المهاد في المخ وينظم إفراز هرموني الأنسولين والجلوكاجون.

أولاً: هرمون الأنسولين insulin

هرمون الأنسولين وزنه الجزيئي حوالي 5000 و يتكون من سلسلتين من عدد الببتيد polypeptide chain سلسلة (A) و سلسلة (B) يرتبطان بقنطرتين كبريتين عن طريق جزئيء الحامض الأميني سيستين و الذي يحتوي على الكبريت هذا بالإضافة إلى قنطرة كبريتية ناله توجد في السلسلة (A) كما هو مبين بالشكل . و تتكون السلسلة (A) من 21 حمض أميني و السلسلة (B) من 30 حمض أميني .

و جدير بالذكر أن معظم الأنسولين يتحول إلى الصورة الفعالة active insulin قبل إفرازه و لكن حوالي 5 % من نسبة الأنسولين تفرز في صورة غير فعالة (نشطة) وتعرف باسم proinsulin و هذا الأنسولين غير النشط لا يتحول إلى الصورة النشطة خارج خلايا البنكرياس (خلايا B) و الأنسولين غير النشط proinsulin له نفس تركيبة الأنسولين بالإضافة إلى سلسلة ثالثة تتكون من 30 حمضاً أمينياً .

زيادة إفراز هرمون الأنسولين

عندما يزيد إفراز هرمون الأنسولين عن المعدل الطبيعي تنخفض نسبة جلوكوز الدم Hypoglycaemia و في الشخص السوي تتراوح نسبة السكر في الدم من (80 - 100 ملي جرام / 100 سم³ دم) .

نقص إفراز هرمون الأنسولين

وفي هذه الحالة يحدث العكس حيث ترتفع نسبة جلوكوز الدم عن المعدل الطبيعي وتعرف هذه الحالة باسم Hyperglycaemia.

التأثير الفسيولوجي لهرمون الأنسولين

١- هرمون الأنسولين له أهمية كبرى في عملية فسفرة الجلوكوز (حيث يحفز أنزيم hexokinase وهو الأنزيم المسؤول عن تحويل الجلوكوز Glucose إلى سداسي فوسفات الجلوكوز glucose-6 phosphate أي تحويل الجلوكوز من الصورة غير

النشطة إلى الصورة النشطة active form و جدير بالذكر أن هذا التحويل له أهمية في استقلاب الجلوكوز. وتعتبر هذه الفقرة خطوة أساسية بالنسبة لعملية أكسدة الجلوكوز حيث إنه في حالة الفسفرة لا يتمكن الجلوكوز من الانتقال من الدم إلى الخلايا الجسدية في العضلات والكبد والدهن حيث تتم عملية الأكسدة وهذا يؤدي إلى ارتفاع نسبة الجلوكوز في الدم عن المعدل الطبيعي حوالي (180 ملي جرام / 100-سم3 دم) مسببا حدوث حالة مرضية تعرف باسم سكر الدم.

٢- بالإضافة إلى ذلك فإن الأنسولين له أهمية في عملية تخليق جليكوجين الكبد من الجلوكوز.

٣- بالإضافة إلى استقلاب المواد السكرية الجلوكوز يسهل عملية تحويل السكر Glucose إلى دهن lipid و تعرف هذه العملية باسم lipogenesis.

٤- و جدير بالذكر أيضا أن الأنسولين له أهمية في عملية تخليق المواد البروتينية . من الأحماض الأمينية، ولهذا يعتبر الأنسولين من الهرمونات البناءة anabolic hormone شأنه في ذلك شأن هرمون النمو growth hormone.

ثانيا: هرمون الجلوكاجون glucagon

يتكون من سلسلة من عديدة الببتيد ووزنه الجزيئي حوالي 3500 وتفرز غدة البنكرياس (خلايا الفا) هرمون الجلوكاجون.

وجدير بالذكر أن التأثير الفسيولوجي لهرمون الجلوكاجون بالنسبة للاستقلاب المواد السكرية والدهنية و البروتينية يعاكس هرمون الأنسولين، أي أنه في حالة ارتفاع السكر في الدم تؤدي إلى نقص إفراز هرمون الجلوكاجون. وفي نفس الوقت تسبب زيادة إفراز الأنسولين. إلى جانب ذلك فإن هرمون الجلوكاجون يعمل على إتمام عملية glycogenolysis (أي تحويل الجليكوجين glycogen إلى الجلوكوز) في الكبد مما يسبب

ارتفاع نسبة السكر في الدم و ذلك يعكس الأنسولين الذي يحفز عملية glycogenesis (أي تحويل السكر إلى جليكوجين).

وبالمثل في حالة استقلاب المواد الدهنية فإن الجلو كوز يحفز عملية lipolysis (تفك المواد الدهنية) بعكس الأنسولين الذي من شأنه تحفيز عملية lipogenesis (تصنيع الدهن).

الغدة فوق الكلية (الكظرية) suprarenal gland

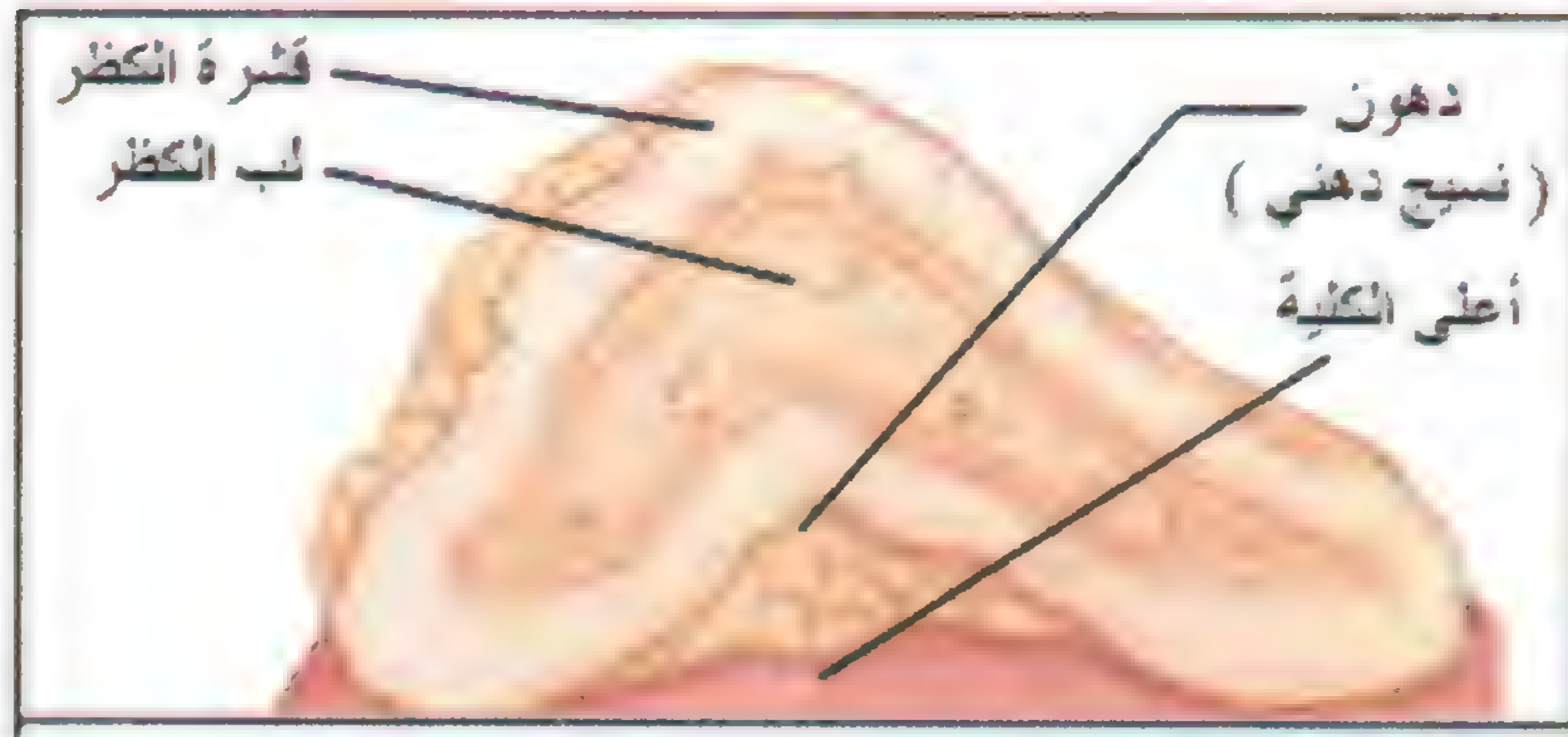
تتميز غدة الكظر إلى قسمين منفصلين:

١- قشرة الكظر the cortex.

٢- نخاع الكظر أو لب الكظر the medulla.

قشرة الكظر cortex

تفرز القشرة عدد من الهرمونات المختلفة تحت تأثير هرمون ACTH للغدة النخامية وهي هرمونات استروئيدية التركيب (الشكل رقم ٥٢).



الشكل رقم (٥٢). يوضح الغدة الكظرية.

والقشرة تنقسم إلى ثلاث مناطق تمثل الطبقة الخارجية للغدة وهي ضرورية لحياة الإنسان حيث إن استئصالها يؤدي إلى حدوث الوفاة:

١- المنطقة المحببة zona glomerulosa

٢- المنطقة الحزمية zona fasciculata

٣- المنطقة الشبكية zona reticularis

هرمونات المنطقة المحببة

ويطلق عليها اسم mineralocorticoids أمثلتها هرمون الالدوستيرون aldosterone وسبب هذه التسمية أن هرمون الدوستيرون يختص بعملية استقلاب المعادن (الصوديوم ولبوتاسيوم) وإفراز هرمون الالدوستيرون لا يحكمه الفص الأمامي للنخامية. وجدير بالذكر أن هرمون الالدوسترون له أهمية كبرى في تنظيم الميزان المائي للجسم. حيث إنه يعمل على زيادة أو امتصاص شواردات الصوديوم (Na^+) و الماء من الأنابيب البولية مؤديا إلى ارتفاع مستوى الصوديوم (Na^+) في الدم وزيادة في حجم سوائل الجسم body fluids كما يعمل على زيادة إخراج شواردات البوتاسيوم K^+ من الدم إلى الأنابيب البولية . و بالمثل يعمل علي زيادة إخراج شواردات الهيدروجين H^+ بالتبادل مع Na^+ .

ويؤدي نقص هذا الهرمون إلى زيادة إخراج أملاح الصوديوم بواسطة الكليتين مما ينتج عنه نقص في تركيز هذه الأملاح في الدم وزيادة إخراج كميات كبيرة من الماء في البول.

ويؤدي زيادة هذا الهرمون إلى احتفاظ الجسم بأملاح الصوديوم مما ينتج عنه زيادة حجم السوائل وزيادة حجم الدم الكلي ويؤدي إلى ارتفاع في ضغط الدم.

هرمونات المنطقة الخزمية

وتعرف باسم glucocorticoids ذلك لأن هرمونات المنطقة تختص باستقلاب المواد السكرية. وتشمل هرمون الكورتيزون cortisone وهرمون الكورتيزول cortisol وهرمون الكورتيكوستيرون.

هرمون الكورتيزون

تبلغ نسبة الكورتيزون إلى الكورتيزول 1:8 في الإنسان.

وظائف هرمون الكورتيزول

ويعتبر الهرمون الرئيس ضمن مجموعة glucocorticoids حيث إن له عدداً من الوظائف الفسيولوجية في الجسم كما يتضح من الآتي:

١- هرمون الكورتيزول له أهمية في عملية استقلاب المواد السكرية carbohydrate

metabolism حيث إنه نقص cortisol يؤدي إلى hypoglycaemia (نقص نسبة

السكر في الدم عن الحد الطبيعي) و كذلك يزيد قابلية الجسم إلى التأثير بهرمون

الأنسولين . و في نفس الوقت يزيد عملية glyconeogenesis أي زيادة عملية تخليق

النشا الحيواني في الكبد من الأحماض الأمينية (مواد غير سكرية الأصل) الناتجة من

هدم المواد البروتينية حيث إن هرمون Cortisol هرمون هدام catabolic hormone

٢- بالإضافة إلى ذلك فإن هرمون الكورتيزول له تأثير على استقلاب المواد البروتينية.

وجدير بالذكر أن التأثير الهدام لهرمون الكورتيزول على المواد بروتينية catabolic

effect يكون في حالة اتزان مع عمليات البناء التي تجري في الجسم و ذلك في

الشخص السوي . ولكن عند زيادة إفراز هرمون الكورتيزول وينشأ كما يعرف

باسم ve nitrogen balance - حيث تكون كمية النيتروجين التي تطرد خارج

الجسم على هيئة مركبات نيتروجينية (البولة وحامض البول - الكرياتين)

تخرج من البول أعلى من كمية التي يحصل عليها الجسم من طاقة ممثلة فيما يتناوله من بروتينات. و تأتي الزيادة في النيتروجين الخارج من الجسم من هدم البروتينات الداخلية المكونة للأنسجة . كما يشكو المريض من ضعف عضلات الجسم وكذلك ضعف في القوى العامة.

هرمونات المنطقة الشبكية

وهي هرمونات مذكرة استرويدية التركيب أو الهرمونات الجنسية و تفرز في كل من الذكور والإناث و لكن نسبة إفرازها في الذكور أعلى بكثير من الإناث و على ذلك فإنه لا يوجد ذكر مطلقاً أو أنثى مطلقة. و جدير بالذكر أنه أثناء تخليق هرمونات الذكورة في قشرة الكظر يتكون البروجستيرون كأحد النواتج الوسيطة . و عندما يحدث اضطراب في عملية تخليق هذه الهرمونات في الذكور يؤدي ذلك إلى تراكم هرمون البروجستيرون دون تحويله إلى هرمونات ذكورة مسبباً ظهور صفات مؤنثة مثل ضمور الخصية ونمو الصدر. وعند حدوث اضطراب في حالة الإناث يؤدي ذلك إلى حدوث virilism (ظهور أعراض ذكورة ثانوية في الإناث مثل ظهور الشعر على الوجه والصدر كما يصبح الصوت أجش و عميقاً).

نخاع الكظر أو لب الغدة الكظرية

تفرز منطقة النخاع هرمونات بروتينية التركيب تعرف باسم أدرينالين adrenaline ونور ادرينالين noradrenaline و تشتق هرمونات النخاع من الحمض الأميني تيروزين tyrosine كالآتي:

وتفرز هرمونات النخاع تحت تأثير الجهاز العصبي المركزي مباشرة C.N.S عن طريق hypothalamus و كل من هرمون الأدرينالين و النورادرينالين له نفس التأثير الفسيولوجي و لكن تختلف في التركيب الكيميائي حيث يزيد الأدرينالين بمجموعة ميثيل عن النورادرينالين. وفي الإنسان تفرز الأدرينالين بنسبة ٨٠% و نورادرينالين ٢٠%. وتفرز هرمونات لب الكظر بنسب ضئيلة في الحالات العادية ولكن ترتفع نسبة الإفراز في الحالات الطارئة التي تواجه الشخص. ومثال ذلك نقص سكر الدم بحيث يفرز ذلك hypothalamus الذي يؤثر على نخاع الكظر مسببا إفراز هرمون الأدرينالين الذي يحفز بدوره عملية glycogenolysis مؤديا إلى زيادة نسبة السكر في الدم. وفي حالة البرد يساعد هرمون الأدرينالين في تحويل الجليكوجين المخزن في الكبد إلى سكر.

اختلال وظائف الغدة الكظرية

يتم في الحالات الفسيولوجية تنظيم إفراز هرمونات قشرة الكظر من محور الوطاء —الغدة النخامية الأمامية— قشرة الكظر. إن الوطاء تفرز هرمون محرر الكظر-C-RH والذي ينشط بدوره إفراز الغدة النخامية الأمامية فتفرز هرمون منشط الكظر ACTH والذي يحفز إفراز هرمون الكورتيزول من الغدة الكظرية. إن حدوث خلل في الغدة الكظرية أو في الغدة النخامية أو في الوطاء يؤدي إلى نقص إفراز هرمونات قشرة الكظر أو إلى زيادة إفرازها.

نقص إفراز قشرة الكظر

يطلق عليه مرض أديسون يحدث نقص إفراز هرمون الألدوستيرون والكورتيزول نتيجة ضمور في قشرة الكظر.

الأعراض

- ١- فقدان الشهية.
- ٢- ضعف في العضلات الهيكلية.
- ٣- نقص ضغط الدم الشرياني.
- ٤- نقص معدل الجلوكوز في الدم.
- ٥- إسهال وقيء.
- ٦- تلون الجلد ببقع سوداء.
- ٧- حدوث حمض الدم Acidosis.
- ٨- حدوث أزمة أديسون.

زيادة إفراز قشرة الكظر

يحدث نتيجة وجود ورم في الغدة النخامية (سبب ثانوي) أو في قشرة الكظر (سبب أولي). ويطلق على هذه الحالة المرضية مرض كوشينج.

الأعراض

- ١- الوجه مثل القمر.
- ٢- زيادة ضغط الدم الشرياني.
- ٣- زيادة معدل السكر بالدم وحدوث أعراض مرض السكري الأسترويد.
- ٤- ترسيب الدهون في الظهر والرقبة والبطن.
- ٥- حدوث قلاء استقلابي Alkalosis.

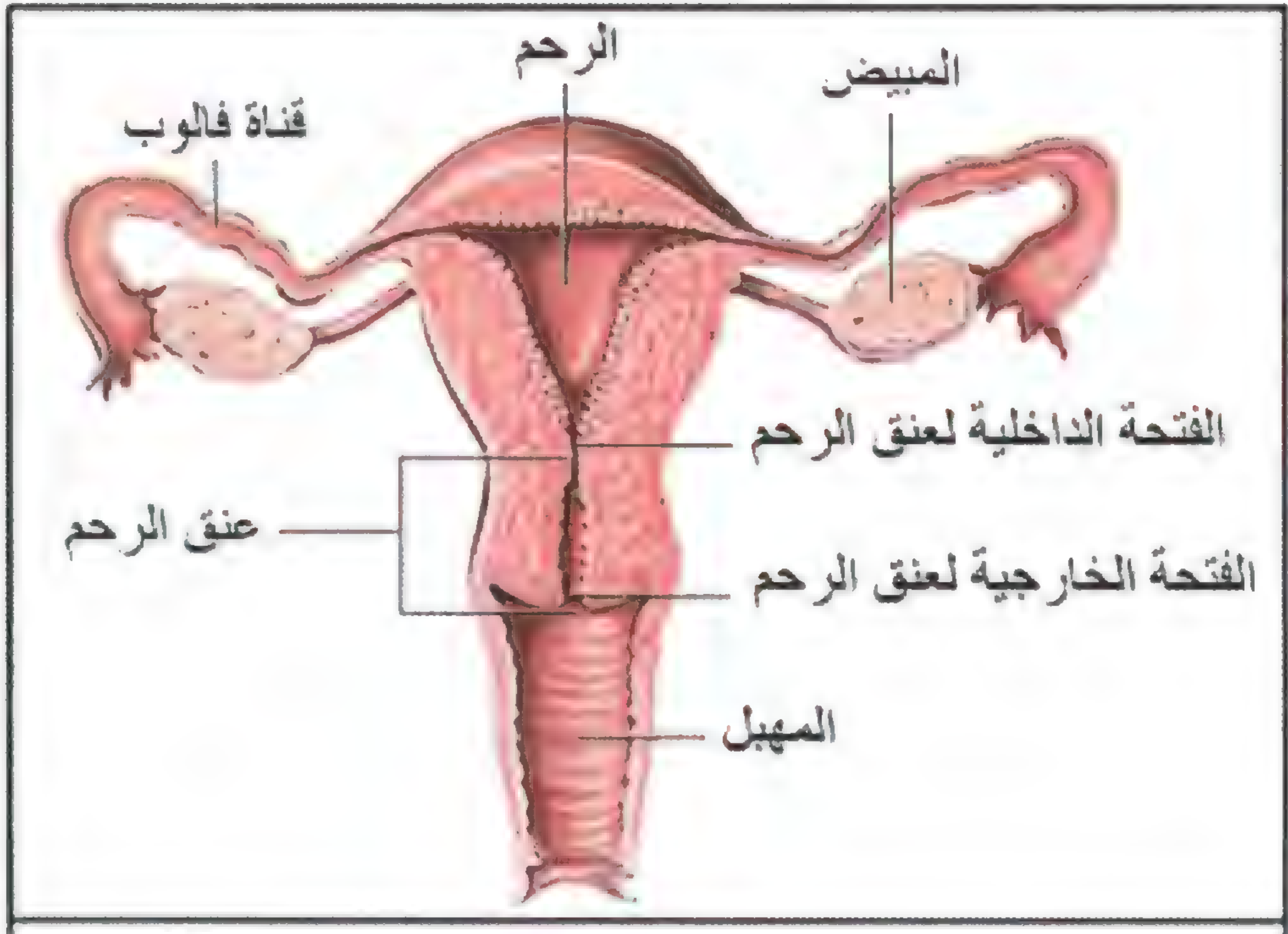
المناسل

تخص المناسل (الخصي والمبيض) إلى جانب تكوين الأمشاج بعملية إفراز هرمونات الجنس. (هرمونات الذكورة أو الأنوثة)

وتعرف هرمونات الذكر (هرمونات الخصية) باسم androgens أما هرمونات الأنوثة فتعرف باسم oestrogens (هرمونات المبيض) إلى جانب هرمونات الجسم الأصفر.

المبايض ovaries

يوجد في الإناث مبيضان علي جانبي الرحم. وكل مبيض يبلغ حوالي 3 سم في الطول و 1.5 سم في العرض و 1 سم في السمك . ويغطي سطح المبيض بخلايا مكعبة في الأنثى الطفل (غير الناضجة) حيث تأخذ هذه الخلايا الشكل المفلطح فيما بعد.



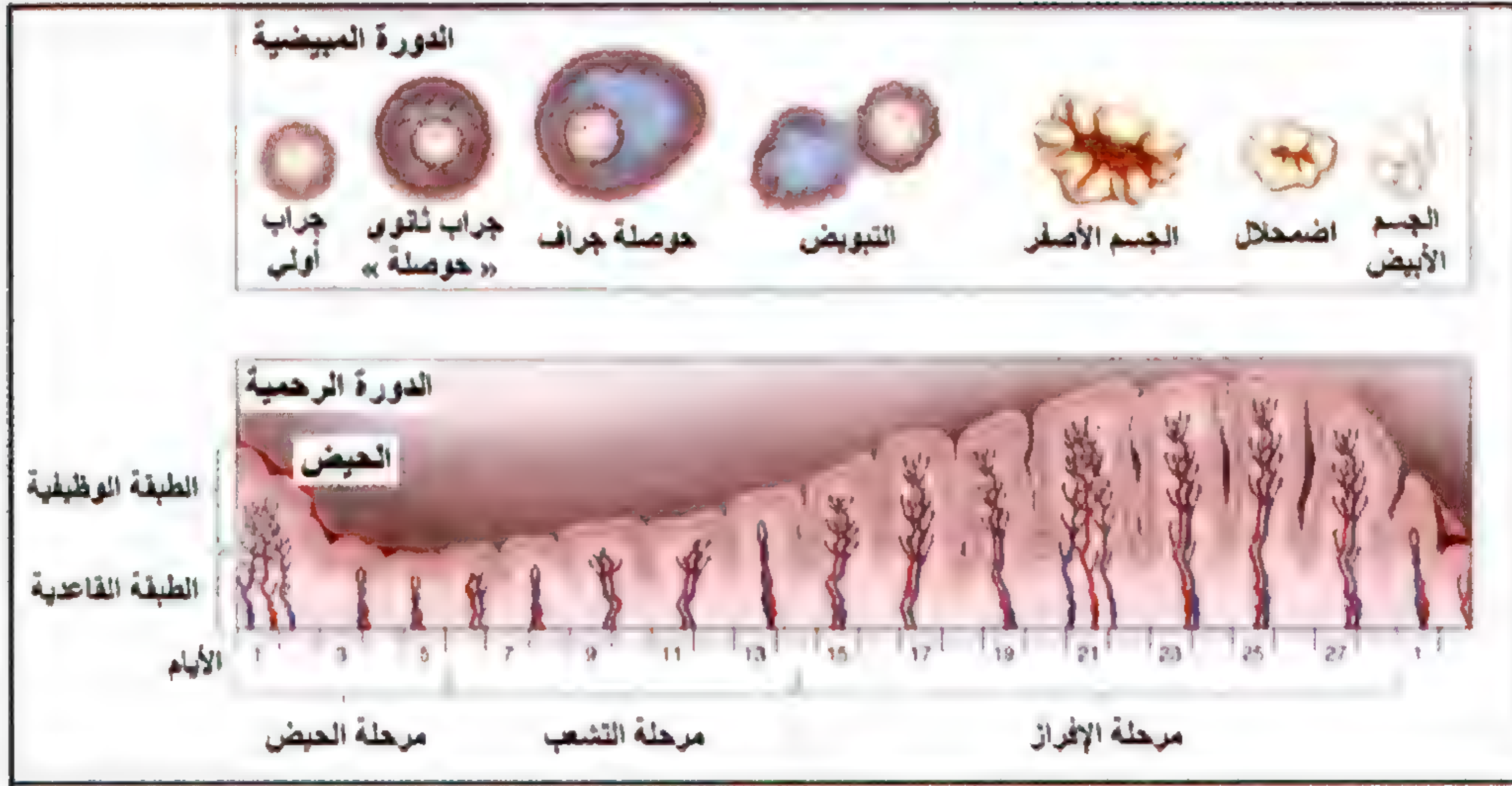
الشكل رقم (٥٣). يوضح الجهاز التناسلي الأنثوي.

وفي أنثى الطفل يحتوي المبيض حوالي 350000 بويضة غير ناضجة حيث تموت معظم هذه الخلايا و تتلاشى بعد المئات القليلة من هذه البويضات أو الحويصلات. مع بدء مرحلة البلوغ تأخذ هذه الحويصلات في النمو التدريجي تحت تأثير هرمونات الغدة النخامية المنبهة للمناسل) LH - FSH (gonadotrophins) و تبلغ حويصلة واحدة حدها الأقصى من النمو شهريا مكونة ما يعرف جراب جراف . والتي تحتوي على مشيج أنوثة به نصف عدد الكروموسومات Chromosomes بعد عملية التبويض يتحول المتبقي من جراب جراف إلى ما يعرف باسم الجسم الأصفر Corpus luteum يأخذ في إفراز هرمون البروجستيرون (هرمون الحمل) الأمر الذي يزيد محتوى هرمونات الأنوثة في الدم و يحدث ذلك أثرا سلبا منعكسا على الغدة النخامية فتتوقف إفرازات هرمونات منبهات المناسل و بالتالي تقف عملية الإباضة طالما تواجد الجسم الأصفر في المبيض إذا حدث حمل فإن الجسم الأصفر يستمر في التواجد. و إن لم يكن هكذا فإنه يتلاشى و بالتالي يقل إفراز البروجستيرون ويصل محتوى الأنوثة في الدم الأمر الذي ينشط النخامية فتفرز هرمونات منبهات المناسل أو منشط القند فتدفع جريبات أخرى نحو النمو إلى أن تبلغ حدها الأقصى فينفصل ما بها من خلية جرثومية وجدير بالذكر فإن البويضة تنتج من المبيض الأيمن تقابلها أخرى من الأيسر في الشهر الآخر (الشكل رقم ٥٤).

وظائف هرمونات المبيض

يفرز المبيض نوعين من الهرمونات أحدهما الهرمونات ذات الأصل الدهني أو الأسترويدية Steroids hormones مثل (الأستروجين والبروجسترون) وأخرى ذات الأصل البروتيني مثل (البراداي كينين و الأنهيبيين والريلاكسين).

الاستروجينات مثل (- بيتا ١٧ إسترايول وإسترون وإستريول) والبروجسترون وهي تتكون من ١٨ ذرة كربون وتفرز هذه الهرمونات من الغلاف الداخلي والخلايا الحبيبية للجريبات على المبيض ومن الجسم الأصفر والمشيمة أثناء الحمل.



الشكل رقم (٥٤). يوضح الدورة الحيضية (المبيضية - الرحمية).

وظائف هرمونات الأستروجينات **Estrogen functions**: يعمل هرمون الأستروجين عدة تأثيرات على الأعضاء التناسلية الأنثوية، إن الاستروجين يسهل نمو الجريبات على المبيض وتزيد من حركة الأنابيب الرحمية.

تأثير هرمون الأستروجين على الرحم

١- إحداث تغيرات في البطانة الرحمية أثناء الدورة الشهرية. يزيد من معدل سريان الدم إلى الرحم.

٢- انقباض في العضلات الرحمية الملساء. وتزايد محتوى البروتين الانقباضي مما يؤدي إلى زيادة معدل انقباضها تحت تأثير هرمون الأستروجين.

٣- إن استئصال المبيض في الإناث قبل البلوغ يؤدي إلى ضمور عضلات الرحم وصغر في حجم الرحم بعد ذلك .

٤- يعمل الأستروجين على زيادة نشاط انقباض عضلات الرحم وزيادة تأثير هرمون الاوكسيتوسين نتيجة زيادة مستقبلات هذا الهرمون في الرحم .

٥- إن العلاج المزمن بالأستروجين يسبب ضخامة البطانة الرحمية وعند إيقاف العلاج بالأستروجين يحدث نزف السحب أو نزف اختراقي .

تأثير الأستروجين على الثديين

١- يعمل الأستروجين على نمو أنابيب الثدي وقنوات الحليب وهي مسؤولة عن تضخم الثديين عند الفتيات وقت البلوغ . ويسمى هذا الهرمون " هرمون نمو الثدي " .

٢- ينظم عمل هرمون اللبن الذي يفرز من الغدة النخامية الأمامية أثناء الرضاعة .

٣- استخدام كريمات تحتوي على الأستروجين موضعياً يؤدي إلى زيادة حجم الثدي نتيجة امتصاص الأستروجين جهازياً .

تأثير الأستروجين على المهبل: يعمل الأستروجين على زيادة الطبقة المبطنية للمهبل وزيادة إفراز المخاط المائي.

تأثير الأستروجين على الصفات الجنسية الثانوية الأنثوية:

١- وهذه التغيرات التي تحدث أثناء البلوغ عند الإناث (بالإضافة إلى ضخامة حجم الثدي والرحم والمهبل) تمتلك النساء كتفين ضيقين وحوض واسع وتمتلك فخذين متقاربين وذراعين متباعدين.

٢- توزيع الدهون في الجسم .

٣- تحافظ النساء على صفات الصوت قبل البلوغ (الصوت الناعم وعالي الطبقة).

- ٤- نمو شعر العانة والذي يأخذ الشكل الأنثوي (ذو قمة مسطحة) . ولكن المسؤول الأول عن نمو هذا الشعر هو هرمونات الأندروجين والذي يفرز من قشرة الكظر ومن المبيض بكمية صغيرة .
 - ٥- تأثيرات أخرى مثل احتباس الماء والأملاح وزيادة الوزن قبل الإحاضة .
 - ٦- يجعل الأستروجين إفرازات الغدد الدهنية أكثر سيولة وبالتالي يضاد تأثير التستستيرون وتثبط تكوين حب الشباب .
 - ٧- يخفض الأستروجين من معدل الكولسترول في الدم وبالتالي تقليل فرص الإصابة بأمراض القلب والشرابين عند النساء قبل سن اليأس .
 - ٨- إعطاء الأستروجينات بالفم بجرعات عالية يساعد على حدوث التخثر لأنها تصل إلى الكبد بتركيزات عالية في الدم وتؤثر على إنتاج عوامل التخثر .
- التأثير على الغدد الصماء:** يعمل الأستروجين على تثبيط هرمون FSH من الغدة النخامية، أيضا تثبيط LH (التلقيم الراجع السلي) في بعض الظروف ولكن يعمل على تنشيط الإفراز في ظروف أخرى (التلقيم الراجع الإيجابي).
- يعمل الأستروجين علي زيادة حجم الغدة النخامية في حالات تعاطي حبوب منع الحمل لدى السيدات.
- تؤدي الأستروجينات إلى زيادة إفراز الأنجيوتانسين والجلوبيولين الرابط للدرق. وتحدث تأثيرا بانيا للبروتين.

هرمون البروجسترون (هرمون الحمل) Progesterone hormone

يفرز هرمون البروجسترون من الجسم الأصفر في المبيض والمشيمة أثناء الحمل . ويفرز من جريبات المبيض بكميات صغيرة . ويتكون أثناء تكوين الستيرويدات من كل الأنسجة التي تفرز هرمونات ذات أصل دهني مثل الخصي وقشرة الكظرية .

وتتكون هرمون البروجسترون من ٢١ ذرة كربون. وينقل في الدم في صورة حرة بنسبة ٢% ومرتبط مع الألبومين بنسبة ٨٠% و الجلوبيين بنسبة ١٨%. وظائف هرمون البروجسترون: يؤثر البروجسترون على كل من الأعضاء المستهدفة (الرحم والثدي والغدة النخامية).

التأثير علي الرحم

- ١- يخفض معدل نشاط انقباض عضلات الرحم وبطانة الرحم لحدوث الحمل حيث يضاد تأثير هرمون الأستروجين.
- ٢- يؤدي البروجسترون في عضلات الرحم إلى نقص استثارها وحساسيتها إلى الأكستوسين وزيادة كمون الأغشية العضلية مما يؤدي إلى ارتخاء عضلات الرحم .
- ٣- يخفض البروجسترون عدد مستقبلات هرمون الأستروجين في بطانة الرحم ويقلل من فاعلية الأستروجين .

التأثير على الثدي

- ١- يعمل البروجسترون على نمو حويصلات اللبن في الثدي وينشط تكوينها .
- ٢- يدعم وظيفة الثدي الإفرازية أثناء الرضاعة .

التأثير على الغدة النخامية

- ١- يثبط هرمون البروجسترون بالجرعات العالية إفراز هرمون LH .
- ٢- كما أن حقن البروجسترون قد يمنع الإباضة عند الإنسان .
- ٣- يؤثر أيضا على تحت المهاد فيؤدي إلى ارتفاع حرارة الجسم .
- ٤- يستخدم لمنع الحمل حيث يضاد تأثير إفراز هرمون LH .
- ٥- ويعمل أيضا على زيادة جريان الدم إلى الرحم .
- ٦- يؤدي إلى إفراز مخاط لزج وسميك من عنق الرحم وغلق عنق الرحم .

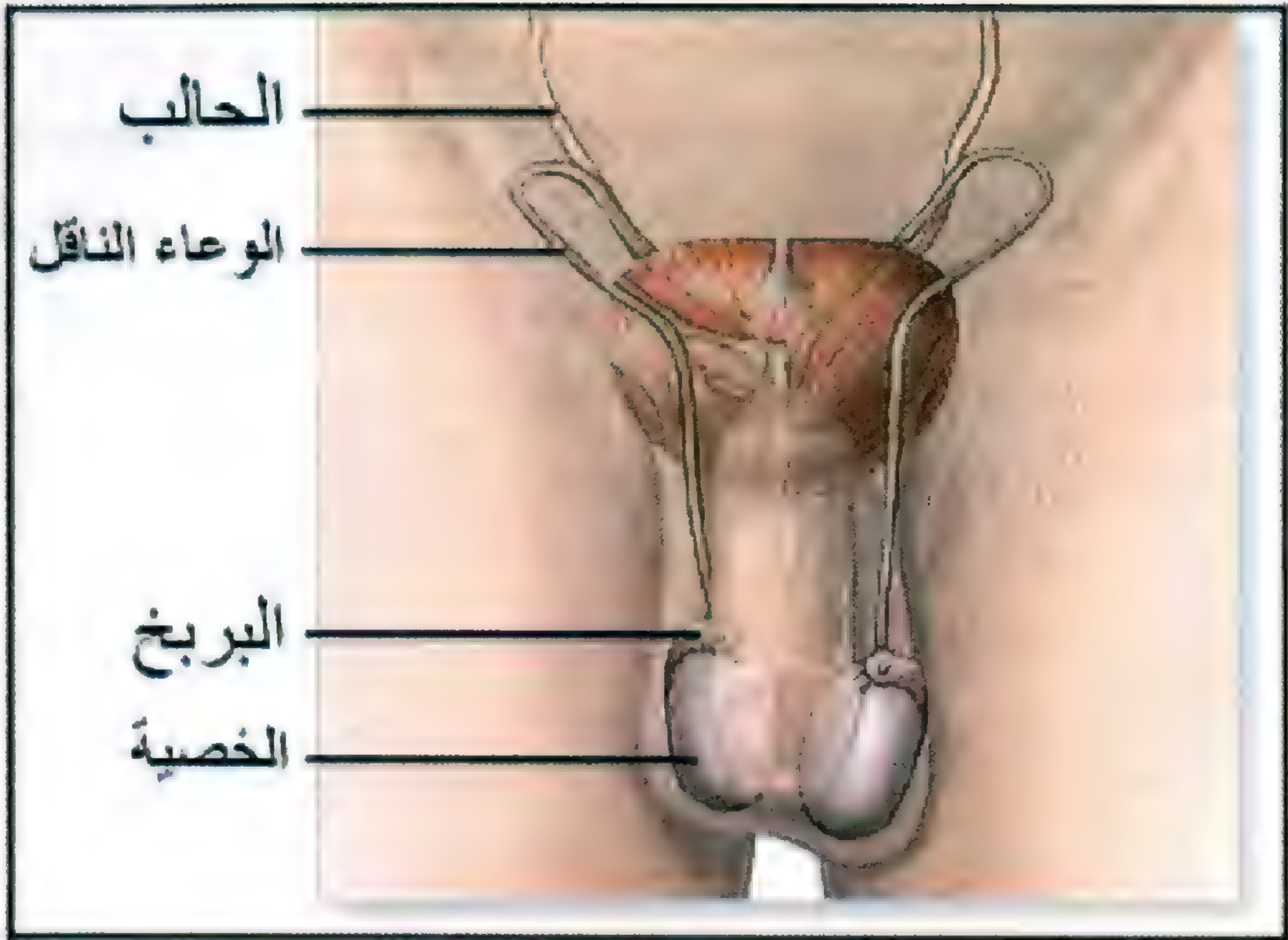
هرمونات يفرزها المبيض ذات الأصل البروتيني

- ١- هرمون الريلاكسين Relaxin hormone: ويفرز من المبيض قبل الولادة ويعمل على ارتخاء مفاصل عظام الحوض. يرخي ويوسع عنق الرحم فيسهل من عملية الولادة ، ويثبط الانقباضات الرحمية. ويفرز هذا الهرمون في الذكر في المني ويعتقد أنه يفرز من البروستات.
- ٢- هرمون الأنهيبن Inhibin hormone: ويفرز من الخلايا الحبيبية في الجريبات في المبيض ويثبط إفراز هرمون FSH من الغدة النخامية الأمامية.
- ٣- هرمون البرادكينين Bradykinin hormone: يفرز في السائل الجريبي أثناء عملية الإباضة وينشط حركة قناة فالوب ويساعد في نزول البويضة.

الخصي testes

توجد الخصي في الإنسان معلقين في كيس يعرف باسم كيس الخصية scrotum وتندلى الخصية اليسرى بعض الشيء حوالي 1 سم عن الخصية اليمنى. و يبلغ طول الخصية حوالي 4-5 سم و عرضها حوالي 2.5 سم (الشكل رقم ٥٥).

وتتكون الخصية من حوالي 200 - 300 فص . و كل فص يحتوي على 2 - 3 أنابيب دقيقة تعرف بالأنابيب المنوية. و كل أنبوبة تغطي بغشاء رقيق basement membrane يزيد في السمك عند الاقتراب من البلوغ و يلي هذا الغشاء طبقة من الخلايا المكعبة تعرف باسم spermatogonia (أمهات المني) ثم يتبعها ٢-٣ صفوف من الخلايا تعرف باسم spermatides وتحتوي على نصف عدد الكروموزومات. وهذه الخلايا هي التي تعطي الأمشاج المذكرة. (الحيوانات المنوية) التي تحتوي على نصف عدد الكروموزومات. و بالإضافة يوجد نوع آخر من الخلايا يعرف باسم sertoli cells خلايا مستطيلة تبرز من الغشاء المغطي الأنيسية متجهة ناحية المركز.



الشكل رقم (٥٥). يوضح غدة الخصية.

ويعتقد أن هذه الخلايا لها علاقة بالكمية الضئيلة من هرمونات الأنوثة التي تفرزها الخصية في الذكور. و ترتبط الأنابيب المنوية بعضها ببعض بواسطة نسيج ضام يعرف باسم interstitial cells وهذه الخلايا تفرز هرمون التستوستيرون testosterone حيث يعتبر هرمون testosterone أكثر هرمونات الذكورة فاعلية و هو هرمون سسترويدي التركيب يتم تحويله إلى باقي هرمونات الذكورة الأقل فاعلية في الكبد و هي dehydro-epiandrosterone; androsterone و جدير بالذكر فإن هرمون testosterone.

Anabolic hormone حيث إنه يتحول داخل الخلايا إلى dihydro-testosterone الذي يربط بالشبكة الكروماتية مؤدياً إلى تكوين m-RNA الذي يحفز عملية تصنيع البروتين و تركه في بعض الأنسجة . و خاصة العضلات الهيكلية skeletal muscles أي

أن هرمون التستستيرون هرمون بناء من نوع خاص. ووظيفة هرمون التستستيرون أنه هرمون مسؤول عن ظهور أعراض الجنس الثانوية.

الغدة الصنوبرية

Pineal gland (Epiphysis cerebri)

تنشأ هذه الغدة من سقف البطين الثالث تحت النهاية الخلفية للجسم الشفني Corpus callosum . وتقع في إحدود بين الأكمات العلوية Superior colliculi . ويتراوح وزن هذه الغدة حوالي ١-١.٨ وجم وشكلها مثل حبة الصنوبر . تبدأ هذه الغدة بالضمور قبل مرحلة البلوغ الجنسي في الثدييات وتبقى في الإنسان بشكل حصيات صغيرة مكونة من فوسفات الكالسيوم ويطلق عليه pineal sand الرمل الصنوبري. وتتكون هذه الغدة من خلايا صنوبرية وخلايا دبقية عصبية.

ويتصل بهذه الغدة أعصاب ودية بعد العقدة والتي تنشأ من العقدة العنقية العلوية، أما الألياف العصبية قبل العقدة فتنشأ من عمود الخلايا الجانبي للجبل الشوكي (LHC). تنظم فعالية الخلايا العصبية قبل العقدة بواسطة السيال العصبي النازل من النواة فوق التصالب في الوطاء. ويتصل بهذه النواة أعصاب مباشرة من شبكية العين عن طريق مسار الحزمة الشبكية تحت المهادية Retino-hypothalamic tract وهي المسؤولة عن نقل المعلومات عن الضوء والظلام.

وظائف الغدة الصنوبرية

- ١- تحتوي هذه الغدة على عدة مركبات حيوية هامة أمينات هي النورأدرينالين والسيروتونين والهستامين والميلاتونين والدوبامين.
- ٢- تحتوي علي ببتيدات هرمون محرر القند LH-RH والهرمون المحرر للدرق TRH والفازوبريسين.

- ٣- تحتوي على ناقل عصبي مثبط هو حامض جاما أمينوبوتريك GABA.
- ٤- تفرز هذه الغدة هرمون الميلاتونين وهو أول المركبات التي اكتشفت في الغدة الصنوبرية. ويتكون من الحمض الأميني تربتوفان، والذي يقل تكوينه في الضوء ويزداد في الظلام.
- ٥- تقوم الأعصاب الودية المتصلة بالغدة بتنظيم النسق اليومي في تكوين الميلاتونين. وذلك من خلال تنشيط تأثير الأنزيم ن - أسيتل ترانسفيراز N-acetyl-transferase والذي ينشط تكوين ن- أسيتل سيروتونين N-acetyl-serotonin
- ٦- في بعض الحيوانات تثبط هذه الغدة إفراز هرمونات القند أو Gonadotropin(FSH LH-
- ٧- إن حقن هرمون الميلاتونين يثبط إفراز هرمونات القند من الغدة النخامية الأمامية واضطراب وظائف المبيض ونموالجريبات على المبيض.
- ٨- يؤدي استئصال الغدة الصنوبرية إلى البلوغ الجنسي المبكر في عديد من الحيوانات.

الإخراج

Excretion

يعرف الإخراج بأنه التخلص من الفضلات الناتجة عن عمليات الاستقلاب المختلفة التي تجري داخل خلايا الجسم . بعض هذه الفضلات زائد عن حاجة الجسم وبعضها لا فائدة للجسم منه ، والبعض الآخر سام إذا تراكم داخل خلايا الجسم . ويتم طرح هذه الفضلات التي يطلق عليها اسم المواد الإخراجية على شكل محلول مائي .

ويجب أن نميز بين عملية الإخراج Excretion وبين عملية التبرز Egestion فالتبرز هو طرد فضلات الغذاء غير القابلة للهضم والموجودة في الأمعاء الغليظة ولم توجد هذه الفضلات في أي وقت من الأوقات داخل خلايا الجسم ، بل كانت دائما في تجويف الأمعاء . بينما الإخراج هو التخلص من مواد زائدة أو ضارة تكونت داخل الجسم نتيجة عمليات الاستقلاب المختلفة وليست فضلات غذاء لم يتم هضمه.

أعضاء الإخراج

Excretory organs

تعتبر الكلية عضو الإخراج الأساسي في الإنسان والفقاريات بصورة عامة فهي تخلص الجسم من الفضلات النيتروجينية وخاصة البولينا وتطرحها في البول. ولكن الكلية

ليست العضو الوحيد الذي يؤدي وظيفة الإخراج بل هناك أعضاء أخرى يلعب كل منها دورا في تخلص الجسم من المواد الإخراجية مثل:

١- الرئتان

يتخلص الجسم من ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء عن طريق الرئتين في هواء الزفير .

٢- الكبد

ويعتبر عضو إخراجي لأنه يقوم بإفراز العصارة الصفراوية التي تحتوي على أصباغ الصفراء ويدفعها إلى الأمعاء مع أملاح الصفراء . كما يقوم الكبد بانتزاع مجموعة الأمين (Amino group NH_2) من الأحماض الأمينية ويحولها إلى الأمونيا التي تخرج عن طريق الكليتين .

٣- الأمعاء الغليظة

نتيجة لتجميع المواد الغذائية غير الممتصة في الأمعاء الغليظة وتحللها تتكون مواد وغازات سامة يتم التخلص منها في صورة براز عن طريق المستقيم ، كما تخرج الأمعاء الغليظة بعض الأملاح مثل الكالسيوم والحديد .

٤- الجلد

يقوم الجلد في بعض الحيوانات مثل الضفدعة بدور في عملية التنفس . بينما في الفقاريات العليا يقوم الجلد بدور في عملية الإخراج عن طريق الغدد التعرقية التي تخلص الجسم من بعض الفضلات النيتروجينية . (مثل البولينا) والأملاح التي تخرج مع التعرق .

٥- الكلية

وظيفة الكلية ليست قاصرة علي إنتاج البول، ولكن الوظيفة الأساسية للكلية هي المحافظة علي حجم وتركيب ثابتين الدم و لهذا فإنها تقوم باستخلاص المواد الإخراجية والزائد من الماء من الدم و تطرحها إلى الخارج على شكل بول .

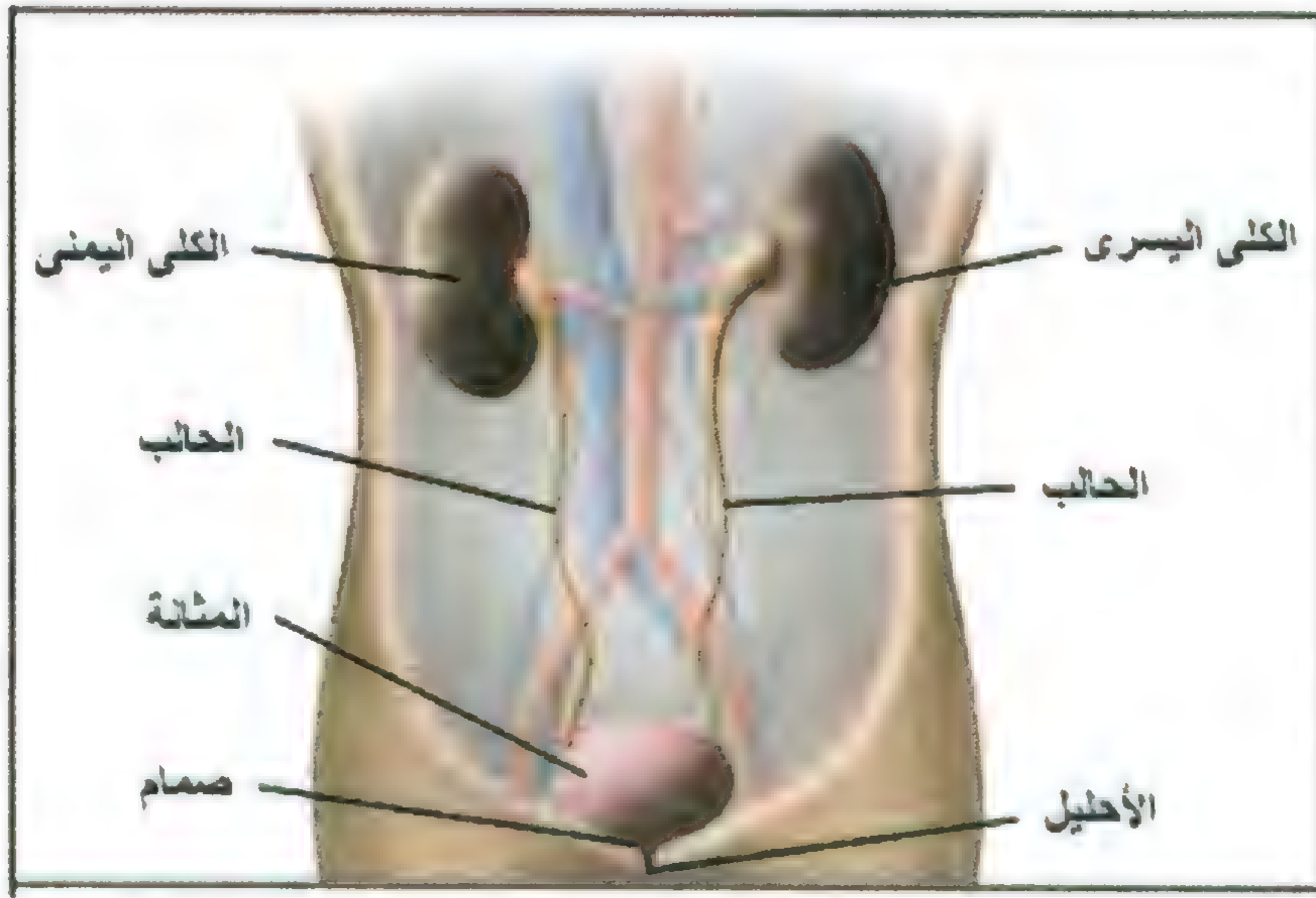
ويوجد في الفقاريات ومنها الإنسان كليتان والكليتان غدتان لونهما أحمر غامق تقعان في الجهة الظهرية من الجسم علي جانبي العمود الفقري في الجزء الخلفي من تجويف البطن، والكلية اليسرى أعلى من الكلية اليمنى ، وتشبه الكلية في شكلها بذرة الفاصوليا ذات سطح محدب و سطح داخلي مقعر يعرف بالسرة Hilum .

ويتصل بكل كلية من جهة السرة وعاءان دمويان أحدهما متفرع من الأهر "الأورطي" ويعرف بالشريان الكلوي renal artery الذي يدخل الكلية و يتفرع داخلها والآخر هو الوريد الكلوي renal vein الذي يعود فيه الدم الصادر من الكلية .ويخرج من الكلية خلف الأوعية الدموية أنبوب ضيق وهو الحالب الذي ينقل البول من الكلية إلى المثانة البولية urinary bladder و تخرج من المثانة قناة مجرى البول urethra التي تحمل البول إلى خارج الجسم ويتكون الجهاز البولي urinary system من الكليتين والحالبين والمثانة البولية و قناة مجرى البول أو الأحليل (الشكل رقم ٥٦).

ويحيط بكل كلية طبقة دهنية تكون غطاء حول الكلية يسمى المحفظة capsule يحميها من الصدمات. كما يساعد على تثبيتها في مكانها.

التركيب الداخلي للكلية

عند فحص قطاع طولي في الكلية (الشكل رقم ٥٧) نلاحظ أن الكلية تتكون من ثلاث مناطق رئيسة مرتبة من الخارج إلى الداخل كما يلي:



الشكل رقم (٥٦). يوضح تركيب الجهاز البولي في الإنسان.

١- القشرة cortex

وهي المنطقة الخارجية و لونها باهت و تحتوي على أجسام صغيرة كروية الشكل، تعرف بكريات ملبيجي Malpighian corpuscles ويوجد في كلية الإنسان حوالي مليون من هذه الكريات. ويملاً باقي القشرة خطوط دقيقة تمتد من السطح الخارجي متجه إلى السرة و تمثل هذه الخطوط الانابيب الكلوية renal tubules التي توصل كريات ملبيجي بحوض الكلية. ويوجد في منطقة القشرة الأنابيب الملتفة القريبة proximal convoluted tubules وكذلك الأنابيب الملتفة البعيدة distal convoluted tubules.

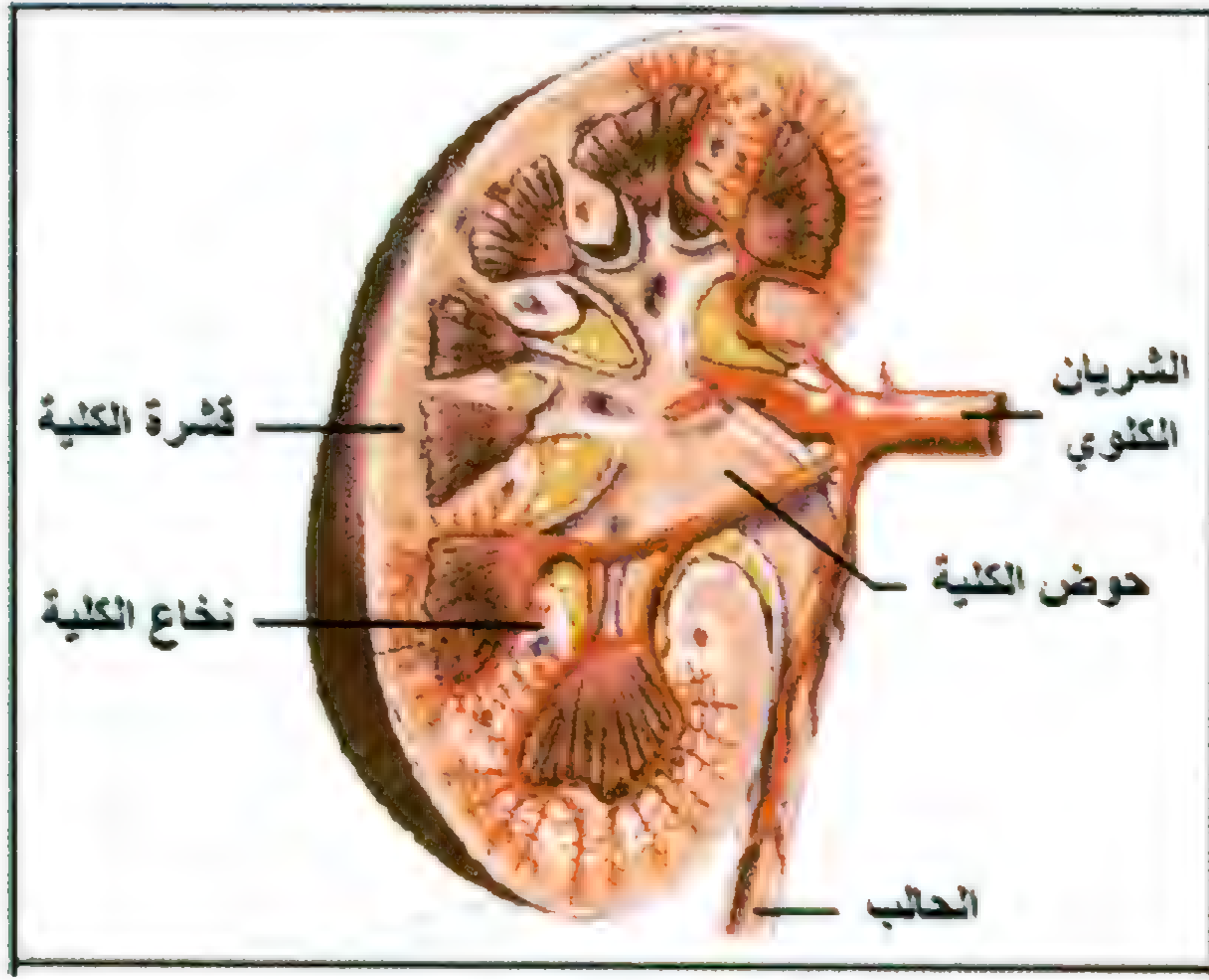
٢- النخاع medulla

هو المنطقة الوسطى من الكلية و تظهر فيها خطوط دقيقة مستقيمة هي الأنابيب الجامعة collecting tubules التي تنتهي في تجمعات على شكل حلمات وتشكل في

بمجموعها ما يعرف بأهرامات مليبيجي وتتجه هذه الحلمات نحو منطقة الحوض وفي نهايتها تفتح الأنابيب الجامعة، ويوجد اثنا عشر هرما في كلية الإنسان.

٣- الحوض

هو المنطقة الداخلية من الكلية. وهو تجويف متسع تصب فيه الأنابيب الجامعة قطرات البول ومن هذا التجويف يبدأ الحالب.



الشكل رقم (٥٧). يوضح تروحيب الحلي.

الكليون أو النفرون

The nephron

هو الوحدة الوظيفية للكلية والنفرون عبارة عن أنبوب دقيق طوله حوالي ٣٠-٣٨ مم (الشكل رقم ٥٨)، ويبدأ في منطقة القشرة بجزء منتفخ مقفل مزدوج الجدار يسمى محفظة بومان Bawmans capsule

يحيط بشبكة من الشعيرات الدموية تسمى الكبة Glomerulus وتتفرع هذه الشعيرات عن شريان صغير هو أحد فروع الشريان الكلوي Renal artery ويطلق علي محفظة بومان والكبة اسم كرية ملبيجي وتخرج منها أنبوبة دقيقة هي الأنبوبة البولية التي توصل كرية ملبيجي بحوض الكلى وتتكون من:

- ١- الأنابيب الملتفة القريبة Proximal convoluted tubules.
- ٢- عروه هنل وهي علي شكل حرف U وهي عبارة عن فرع نازل وفرع صاعد والذي يتجه ناحية القشرة الكلوية مرة أخرى.
- ٣- الأنابيب الملتفة الدانية أو البعيدة Distal convoluted tubules: وهي أنبوبة ملتفة توجد في منطقة القشرة وتقع بعيدا عن كرية ملبيجي.
- ٤- النبيبات الجامعة Collecting ducts: وهي أنبوبة مستقيمة تصب فيها الأنابيب الملتفة البعيدة وتوجد في منطقة النخاع وتتحد هذه الأنابيب مع الأنابيب الجامعة الأخرى فتكون أنابيب أكبر وتصب في النهاية في قمة هرم ملبيجي.

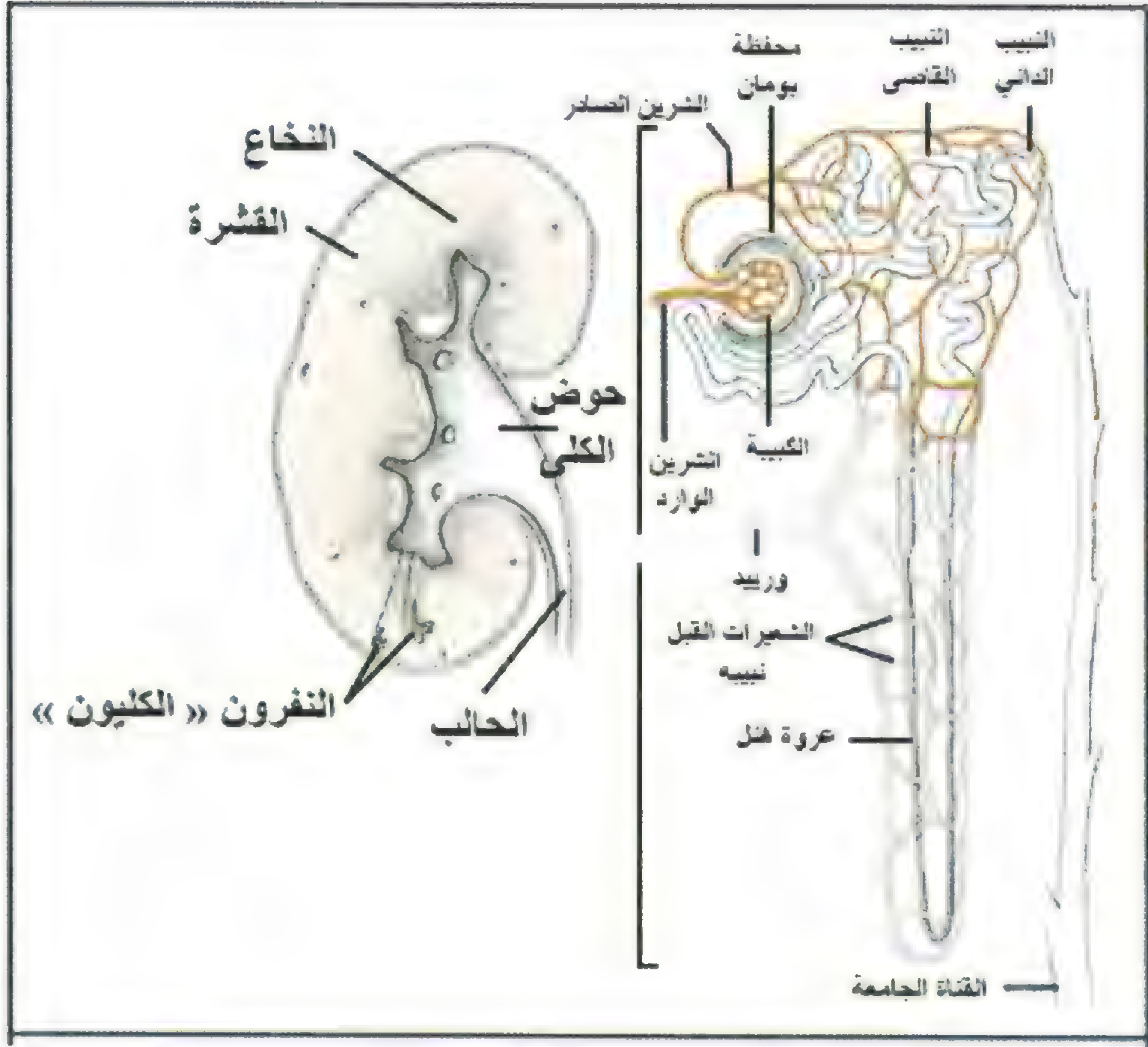
الجهاز المجاور للكبية

يوجد هذا الجهاز داخل الكلى بجوار الكبة ويتكون من عدة خلايا تكون حساسة لعنصر الصوديوم وتوجد بين الشريانات الصادرة والواردة.

الوظيفة

يفرز هذا الجهاز هرمون الأريثروبيوتين هو الهرمون الحاث لنخاع العظم لكي ينشط انتاج خلايا الدم من نخاع العظم الأحمر في حالة نقص الأوكسجين في الأماكن المرتفعة. ويفرز أنزيم الرينين الذي يعمل على تحويل Angiotensinogen

إلى Angiotensin I والذي يتحول إلى AngiotensinII بواسطة أنزيمات محولة تفرز من الرئتين. ويعمل على إحداث ضيق في الأوعية الدموية Vasoconstriction و رفع ضغط الدم الشرياني. كما ينشط إفراز هرمون الألدوستيرون من قشرة الكظر ويعمل على إعادة امتصاص عنصر الصوديوم وزيادة حجم الدم وبالتالي زيادة ضغط الدم أيضا.



الشكل رقم (٥٨). يوضح تركيب الكلى و"النفرون أو الكليون".

تكوين البول

يتكون البول في الكلى نتيجة ثلاث عمليات رئيسة وهي الترشيح وإعادة الامتصاص والإفراز

١- الترشيح الكبيبي Glomerular filtration

وهي المرحلة الأولى في تكوين البول وتتم في كريات ملبيجي وخاصة في الكبيبات الكلوية .

حيث إن الشعيرات الدموية التي تكون الكبة تلامس الجدار الداخلي لمحفظة بومان مما يسهل

عملية انتقال المواد من الشعيرات الدموية إلى تجويف محفظة بومان . ويتم ترشيح بلازما الدم بمعدل ١٢٥ مل /دقيقة ويتم انتقال المواد الموجودة في بلازما الدم إلى تجويف محفظة بومان نتيجة لأن ضغط الدم في منطقة الكبد مرتفع (70 ملم زئبق) وسبب هذا الارتفاع أن قطر الأوعية الدموية في الكبد ضيق جدا .

وينتج عن عملية الرشح تحت الضغط أن تنتقل المواد الموجودة في بلازما الدم إلى تجويف محفظة بومان . ولهذا نجد أن الرشح المتكون في تجويف المحفظة يشبه في تركيبه بلازما الدم ، باستثناء خلوه من البروتينات . فهو يحتوي على الجلوكوز والماء والأملاح والفضلات النيتروجينية ، كما أن تركيز المواد في السائل المترشح يعادل تقريبا تركيزها في بلازما الدم .

٢- عمليتا إعادة الامتصاص والإفراز Reabsorption and secretion

ينتقل السائل المترشح في تجويف محفظة بومان باتجاه الأنبوب الجامع مارا بالأنابيب البولية . ويتغير تركيب هذا السائل أثناء مروره عبر أجزاء النفرون باتجاه الأنبوب الجامع ويشمل هذا التغير عمليتين أساسيتين هما.

أ) عملية إعادة الامتصاص reabsorption

وفيها تمتص بعض المواد الموجودة في السائل بواسطة خلايا الأنابيب البولية ، وتعاد إلى الدم الذي يجري في الشعيرات الدموية المحيطة بها . وقد تتم هذه العملية بواسطة العملية بواسطة النقل الإيجابي active transport بواسطة خلايا الأنابيب .

ب) عملية إفراز secretion

وفيها تفرز خلايا الأنبوب بعض المواد في السائل الموجود في تجويفها وتأخذ هذه المواد من الدم الذي يجري في الشعيرات الدموية المحيطة وتتم هذه العملية في أغلب الحالات بواسطة نقل ايجابي بعكس فرق التركيز .

يتم ترشيح حوالي 125 سم³ من الدم في الدقيقة ، وهذا يعادل 180 لتراً في اليوم الواحد ولكن حجم البول الذي يخرج الإنسان يتراوح من لتر إلى لتر ونصف يومياً . ومعنى هذا أن حوالي 99% من ماء الرشح يمتص في الأنابيب البولية ويعاد إلى الدم ، وأن حوالي 1% فقط يسمح له بالخروج على شكل بول وتقوم خلايا الأنابيب الملتفة القريبة بامتصاص (80 - 95%) من الماء . بينما تتعاون عروة هنل والأنابيب الملتفة البعيدة على امتصاص الجزء الباقي .

وبالإضافة إلى الماء تمتص خلايا الأنابيب الملتفة القريبة أيضاً الجلوكوز والبوتاسيوم وبعض الصوديوم و الفوسفات و البيكربونات كما تمتص الأحماض الأمينية والبروتينات. وفي عروة هنل Loop of Henle نجد أن الخلايا تنشط لامتصاص الماء كذلك إفراز وتركيز البولة. وفي نهاية هذه اللفة نجد أن السائل أصبح مركزاً ، فنجد أن تركيز البولة في هذا السائل أعلى من تركيزها في الدم . بينما تركيز البوتاسيوم و البيكربونات و الفوسفات في هذا السائل أقل من تركيزها في الدم .

أما الأنابيب الملتفة البعيدة فإنها تحدث تغيرات أخرى في سائل الأنبوب تخص الماء والصوديوم . وهذا الجزء يحدد كمية الصوديوم النهائية التي ستمتص كما يتحدد في

الجزء الحجم النهائي للبول وينظم امتصاص الماء هرموناً يفرزه الوطاء وهو الهرمون المضاد لإدرار البول (A.D.H.)antidiuretic hormone بالإضافة إلى هرمونات أخرى تفرزها قشرة الغدة الكظرية adrenal cortex.

وظائف الكلية

يمكن أن نلخص وظائف الكلية فيما يلي :

١- الوظيفة الأساسية للكلية هي المحافظة علي تركيب ثابت للدم والسائل النسيجي حيث إنها :

- أ) تقوم باستخلاص المواد الإخراجية من الدم و إخراجها في البول . و بعض هذه المواد مفيد ولكنه زائد عن الحاجة مثل الكريتين و البعض الآخر ضار إذا تراكم مثل البولة وحمض البول .
- ب) تخلص الدم من الماء الزائد وبهذا تحافظ علي محتوى ثابت من الماء في الدم و بالتالي على ضغط ازمولى ثابت للدم . أي أنها تحافظ على مستوى السوائل في جسم الإنسان .
- ج) تحافظ الكلية علي مكونات الدم الرئيسة مثل خلايا الدم و البروتينات و الأملاح والجلوكوز

٢- المحافظة علي التوازن الحامضي القاعدي الدم وعن طريق إعادة امتصاص الصوديوم والبوتاسيوم والبيكربونات والفوسفات منظمة كمية الحامض والقاعدة التي في الدم وبالتالي تحافظ على أس هيدروجيني PH ثابت للدم (7.4) .

٣- تنظم الكلية التأثير الأزمولي للدم ، وتحافظ على حالة التوازن بين المحتوى الملحي للدم والمحتوى الملحي للخلايا وذلك بإخراج الكميات الزائدة من الأملاح .

٤- تفرز الكلى أنزيم الرينين الذي يساعد على تنظيم ضغط الدم الشرياني.

٥- تفرز الكلى هرمون الأريثروبيوتين الذي ينشط خلايا نخاع العظم الأحمر وزيادة إنتاج خلايا الدم الحمراء.

٦- تفرز الكلى بقايا الأدوية الموجودة في الدم وتفرز أيضا الصبغات .

مكونات البول

يوضح الجدول رقم (٢٢٢) مكونات البول.

الجدول رقم (٢٢٢). مكونات البول.	
النسبة	المكون
% 99 — 98	ماء
% 0.2	البولة
% 0.075	كرياتينين
% 0.4	صوديوم
% 0.15	بوتاسيوم
% 0.006	ماغنيسيوم
% 0.05	حمض البول
% 0.048	أمونيا
لا يوجد	بروتين
لا يوجد	جلوكوز

المراجع

- القاموس الطبي الموحد الطبعة الثالثة ١٩٨٣ سويسرا.
- المعجم الطبي الموحد ١٩٧٨ الجليلي ،محمود مطبعة المجمع العلمي العراقي.
- أساسيات عامة في الفسيولوجيا ١٩٨٣ عبد الفتاح ،رشدي فتوح جامعة الكويت.
- أساسيات علم الفسيولوجيا (وظائف الأعضاء) ١٩٩٣ سيد أحمد، نبيل أبوهيكل
والصاوي ، ممدوح وزارة التعليم العالي كلية التربية النوعية ميت غمر.
- تشريح جسم الإنسان فريجات ، حكمت. الشبكة العنكبوتية الدولية.
- جسم الإنسان ١٩٨١ بول لويس ودافيد روبنشتان . ترجمة عصام المياس.
- مبادئ الفيزيولوجيا الطبية ١٩٩٤-١٩٩٥ الطبعة السادسة عشرة .إعداد مفيد
جونخدار.الجزء الأول-الجزء الثاني دار المعاجم
- فسيولوجيا الخلية تحت الطبع جامعة القصيم ، سيد أحمد،نبيل أبوهيكل .
- علم الغدد الصماء والتناسل تحت الطبع جامعة القصيم ،سيد أحمد ،نبيل أبوهيكل.
- Review of Medical physiology* Willim F.Ganong .
- Board Review Series Physiology*,Linda S.Costanzo, Williams&Wplkins,A Warverly
company.

ثبت المصطلحات

أولاً: عربي - إنجليزي



Atropine

الأتروبين

Neuromuscular junction

الاتصال العضلي العصبي

Fissures

أثلام

Duodenum

الإثنى عشر أو العفج

Antibodies

أجسام مضادة

Systems

الأجهزة

Oxygen Debt

الاحتياطي الأوكسجين

Lung Volume

الأحجام التنفسية " الرئوية "

Pain sensation

الإحساس بالألم

Amino acids

الأحماض الأمينية

Fatty acids

الأحماض الدهنية

Polycythemia

إحمرار الدم

Excretion

الإخراج

Adrenaline	أدرينالين
Menses	الإدعاء
Ear	الأذن
Atria	أذنان
Erythroprotein	الأرثروبوتين
Depolarization	إزالة القطبية
Homeostasis	الاستتباب الداخلي
Excitability	الاستثارية
Response	استجابة
Acetylcholine	الأستيل كولين
Acetyl choline estrase	أستيل كولين إستريز
Tachycardia	إسراع عضلة القلب
Electric signals	الإشارات الكهربائية
Emission	الإصدار
Heart sounds	الأصوات القلبية
Antigens	الأضداد
Free nerve endings	الأعصاب العارية "المنتهية"
Unmyelinated nerve	الأعصاب اللائخاعينية
Cranial nerves	الأعصاب المخية "القحفية"
Myelinated Nerve	الأعصاب النخاعينية أو الغمدية
Organs	الأعضاء
Sex organs	الأعضاء الجنسية

Target organs	الأعضاء المستهدفة
Exocytosis	الإفراز الخلوي الخارجي
Tears secretion	إفراز الدموع
Actin	الأكتين
Albumin	الألبومين
Visceral pain	الألم الحشوي
Referred pain	الألم التحويلي
Acute pain	الألم الحاد
Chronic pain	الألم المزمن
Fibres	ألياف
Thin Filaments	الألياف الرفيعة
Thick Filaments	الألياف السميكة
Nerve Fibers	الألياف العصبية
Parkinje's fibers	ألياف بوركينج
Collagen fibres	ألياف كولاجينية
Elastic fibres	ألياف مرنة
Absorption	الامتصاص
Intestinal Iamylase	الأميليز المعوي
Amino peptidase	أمينو ببتيديز
Proximal convoluted tubules	الأنابيب الملففة القريبة
Collecting tubules	الأنابيب الجامعة
Distal convoluted tubules	الأنابيب الملففة البعيدة

Interferon	الأنترفيرون
Inter leukin	الانترولوكين
Erection	انتصاب القضيب
Enterogasteron	الإنتيروجاسترون
Chemotaxis	الانجذاب الكيميائي
B-endorphin	الأندورفين
Pancreatic Amylase	إنزيم الأميليز البنكرياسي
Pepsinogen enzyme	إنزيم الببسينوجين " الببسين "
Gletainase	إنزيم الجلالتينيز
Phospholipase enzyme	إنزيم الفوسفوليبيز
Catalase	إنزيم الكتاليز
Carbonic anhydrase	إنزيم الكربونيك أنهيدريز
Cholesterol esterase enzyme	إنزيم الكلوستيرول استريز
Pancreatic Lipase	إنزيم الليبيز
Maltase	إنزيم المالتيز
Urease	إنزيم اليوريز
Enzymes	الأنزيمات
Intestinal enzyme	إنزيمات العصارة المعوية
Tissues	الأنسجة
Diapedesis	الانسلال
Spinal reflexes	الانعكاسات الشوكية
Nose	الأنف

Atrial systole	انقباض الأذين
Isotonic Contraction	الانقباض الأسوي التوتر
Isometric Contraction	الانقباض الأسوي المقاس
Ventricular systole	انقباض البطين
Muscle contraction	الانقباض العضلي
Piloerection	انقباض عضلات الشعر
Contractility	الانقباضية
Clot Retraction	انكماش الخثرة
Sickel Cell anemia	الأنيميا المنجلية
Veins	الأوردة
Blood Vessels	الأوعية الدموية
Oxy-hemoglobin	أوكس هيموجلوبين
Oxidase	اوكسيديز
Peptidase	الببتيديز



Prokaryotic	بدائية النواة
Bradyknin	البرادي كينين
Isthmus	البرزخ
Plasma protein	بروتين البلازما
Glycoprotein	بروتين سكري
Low Density Lipoprotein (LDLP)	البروتينات الدهنية منخفضة الكثافة

Integral Proteins	بروتينات داخلية
Prostigmine	البروستجمين
Peroxisomes	البروكسيسومز
Ventricles	بطيان
Blood Plasma	بلازما الدم
The Plasma	بلازما الدم
Bolus	البلعة
Phagocytosis	البلعمة
Pharynx	البلعوم
Bilirubin	البليروبين
Biliverdin	البليفيردين
A Fertilized Egg	البويضة المخصبة
Internal Environment	البيئة الداخلية
Bicarbonates	البكربونات
Adaptation	التأقلم
Pericardium	التامور
Defecation	التبرز
Distension	تتمدد
Stimulate	تحفيز
Fate of Hb	تحلل الخضاب



Lipolysis	تحلل الدهون
Fibrinolysis	تحليل الخثرة
Electrocardiogram (ECG)	تخطيط القلب الكهربائي
Cell Differentiation	التخليق الخلوي
Summation	التراكم
Trypsin	الترسين
Tropomyosin	التربوميوسين
Troponin	التربونين
Glomerular filtration	الترشيح الكببي
Blood supply	التروية الدموية
Echo cardiography	تصوير القلب بالصدى
Muscle Fatigue	التعب العضلي
Sweating	التعرق
Blood flow	التغذية الدموية
Dendrites	التغصينات
Cramp	التقلص العضلي
Tetanus	التكزز
Gyri	التلافيف
Liver cirrhosis	تليف الكبد
Metabolism	التمثيل الغذائي
Regulation of respiration	تنظيم التنفس
Respiration	التنفس

External respiration

التنفس الخارجي

Internal respiration

التنفس الداخلي

Myogenic

تنقبض ذاتياً

Neurogenic

تنقبض عصبياً

Callapse

تنكمش

Pulmonary Ventilation

التهوية الرئوية

Tension

التوتر

Muscles tone

توتر العضلات

Saltatory conduction

التوصيل الوثبي

Rigor mortis

تيبس رمي

Testosterone

التيستسترون

ATP

ثلاثي فوسفات الادينوزين

Paracrine

جار غدي

Exophthalmos

جحوظ العين

Brain stem

جذع المخ

Pons

الجسر

Corpus luteum

الجسم الأصفر

Carotid Bodies	الجسم السباتي
Lysosome	الجسيمات الحالة
Cell Organelles	الجسيمات الخلوية
Dehydration	الجفاف
Eye Lids	الجفون
Skin	الجلد
Globulin	جلوبيولين
Glucose	الجلوكوز
Urinary system	الجهاز البولي
Respiratory system	الجهاز التنفسي
Sensory system	الجهاز الحسي
Nervous system	الجهاز العصبي
Somatic Nervous System	الجهاز العصبي الجسدي " الإرادي "
Autonomic Nervous System	الجهاز العصبي اللاإرادي
Peripheral Nervous System	الجهاز العصبي المحيطي
Central Nervous System	الجهاز العصبي المركزي
Sympathetic Nervous System	الجهاز العصبي الودي
Parasympathetic Nervous System	الجهاز العصبي نظير الودي
Golgi Apparatus	جهاز جولجي
Limbic System	الجهاز الطرفي



Septum	الحاجز
Blood Brain Barrier	الحاجز الدموي للمخ
Gonadotrophic	حافز التناسل
Deoxyriboneucleic acid (DNA)	حامض الـ دي رايوز النوى
Spinal Cord	الحبل الشوكي
Secretory vesicles	الحبيبات الإفرازية
Packed cell volume PCV	حجم الدم المضغوط
Stroke Volume	حجم النبضة
Eye Pupil	حدقة العين
Anerobic Oxidation	الحرق اللاهوائي
Aerobic Oxidation	الحرق الهوائي
Ameboid movement	الحركة الأميبية
Pendular movement	الحركة البندولية
Segmentation movement	حركة التقطيع
Peristaltic Movement	حركة التمعج " الدودية "
Peristalsis	الحركة التمعجية
Antiperistaltic Movements	الحركة التمعجية العكسية
Tonic movement	الحركة التوترية
Villary movement	حركة الزغبات " الخملات "
Intestinal Movements	الحركة في الأمعاء
Cuneatus	الحزمة الأسفينية

Gracilis	الحزمة الرشيقة
Hiss bundles	حزمة هيس
Complete heart block	حصر القلب التام
Incomplete Heart Block	حصر جزئي للقلب
Nerve Block	حصر عصبي
Hippocampus	الحصين
Uncus	الحقفة
Eukaryotic	حقيقية النواة
Tyrosine	حمض التيروسين
Ribonucleic Acid (RNA)	حمض الرايبوز النوى
Sialic Acid	حمض السياليك
Folic Acid	حمض الفوليك
Carbonic Acid	حمض الكربونيك
Lactic Acid	حمض اللبن
Hyaluronic Acid	حمض الهياليورونك
Transfer RNA	حمض رن الناقل
Pregnancy	الحمل
Acidosis	الحموضة
Larynx	الحنجرة
Gall Bladder	الحوصلة المرارية
Thyroid Vesicles	الحويصلات الدرقية
Graffian Follicle	حويصلة جراف

Dead Space

الحيز الميت

Anatomical Dead Space

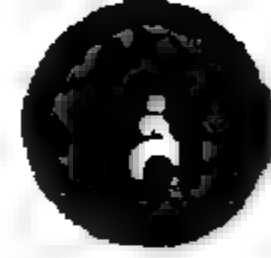
الحيز الميت التشريحي

Alveolar Dead Space

الحيز الميت السنخي

Physiological Dead Space

الحيز الميت الفسيولوجي



Lieberkuhn Crypts

نخبايا ليبركين

Blood Clot

خثرة الدم

Testes

الخصي

Myoglobin

الحضاب العضلي

Stem Cells

الخلايا الجذعية

Glial Cells

الخلايا الدبقية

Microglial Cells

الخلايا الدبقية الدقيقة

Oligodendrocytes

الخلايا الدبقية القليلة التغصن

White Blood Cells

خلايا الدم البيضاء

Epithelial Cells

الخلايا الظهارية

Megakaryocytes

الخلايا العرطلية

Nerve Cells

الخلايا العصبية

Muscle Cells

الخلايا العضلية

Lymphocytes

خلايا اللمفاوية

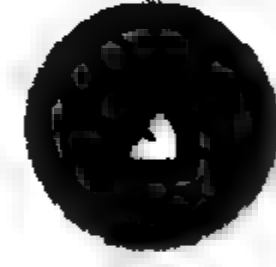
Astrocytes

الخلايا النجمية

Connective Tissue Cells

الخلايا النسيجية الضامة

Monocytes	خلايا الوحيدة
Glucostate Cells	خلايا حساسة للجلوكوز
Esinophils	خلايا حمضة
Schwan Cells	خلايا شوان
Neutrophils	خلايا عدلة
Basophils	خلايا قعدة
Cell	الخلية
A Single Cell	خلية وحيدة
Microfilaments	الخيوط الدقيقة



pH	درجة الأس الهيدروجين
Temperature	درجة الحرارة
Blood	الدم
Tissues buffer	دوراء الأنسجة
Protein buffer	دوراء البروتين
Haemoglobin buffer	دوراء الحضاب فى كرات الدم الحمراء
Phosphate buffer	دوراء الفوسفات
Systemic Circulation	الدورة الجهازية
Pulmonary Circulation	الدورة الرئوية
Cardiac Cycles	الدورة القلبية
Krebs cycle	دورة كريس

Cori cycle

دورة كوري

Deoxyribose

الدي أكسي رايبوز



Lungs

الرئتين

Ribose

الرايبوز

Reflex action

رد الفعل المنعكس

Withdrawal Reflex

رد فعل انسحابي

Unconditioned Reflex

رد فعل غير مشروط

Cristae

رفوف

Messenger RNA

رن ا الرسول

Ribosomal RNA

رن ا الريبوسومي



Expiration

الزفير

Expiratory Reserve volume

الزفيري حجم الاحتياطي

Hyperglycaemia

زيادة الجلوكوز بالدم



Interstitial fluid

السائل الخلالي

Extracellular fluid (ECF)

السائل خارج الخلايا

Intercellular fluid

السائل داخل الخلايا

Platelets plug

سدة الصفائح الدموية

Hilum

السرة

Leukaemia

سرطان الدم (إبيضاض الدم)

Succinyl Choline

سكسينيل كولين

Botulinum Toxin

سموم البتولزم

Body Fluids

سوائل الجسم

Nerve Impulse

السيالات العصبية

Cytoplasm

السيتوبلازم

Serotonin

السيروتونين



Endoplasmic Reticulum

الشبكة الهيولية

Arteries

الشرايين

Renal Artery

الشريان الكلوي

Capillaries

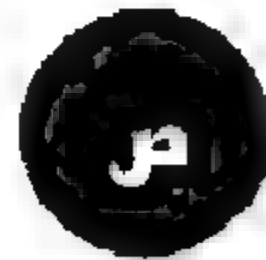
الشعيرات

Heat Paralysis

الشلل الحراري

Inspiration

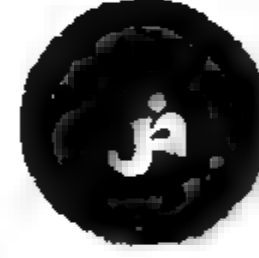
الشهيق



Chromosomes

الصبغيات

Thoracic	الصدرية
Blood Platlets or Thrombocytes	الصفائح الدموية
Neuromuscular Transmisson	الصفحية الانتهازية المحركة للعضلات
Aortic Valve	الصمام الأورطي
Pulmonary Valve	الصمام الرئوي
Mitral Valves	الصمام المترالي
Valves of Heart	صمامات القلب
Semilunar Valves	الصمامين الهلاليين



Diastolic Pressure	الضغط الانبساطي
Systolic Pressure	الضغط الانقباضي
Arterial Blood Pressure	ضغط الدم الشرياني
Intrapulmonary Pressure	الضغط الرئوي
Intra Pleural Pressure	الضغط الصدري
Pulse Pressure	الضغط النبضي
Pelvic Plexus	الضفيرة الحوضية
Bronchio Constriction	ضيق الشعب الهوائية
Eye Pupil Myosis	ضيق حدقة العين
Vasoconsriction	ضيق في الأوعية الدموية



Auscultatory Method

طريقة التسمع

Palpation Method

طريقة الجس

Length of Muscle

طول العضلة

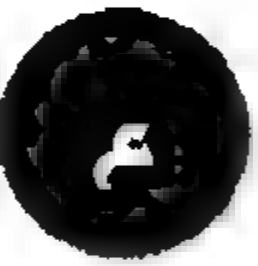


Stair Case Phenomena

ظاهرة الدرج السلم

Horner's syndrome

ظاهرة هورنر



Intrinsic Factor

العامل الداخلي

Growth factors

عامل النمو

Threshold stimulus

عتبة المنبه

Sacral

العجزية

Loop of Henle

عروة هنل

Night Blindness

العشى الليلي

Pancreatic Juice

العصارة البنكرياسية

Bile Secretion

العصارة الصفراء

Intestinal Secretion

العصارة المعوية

Optic Nerve

العصب البصري

Trochlear Nerve

العصب البكري

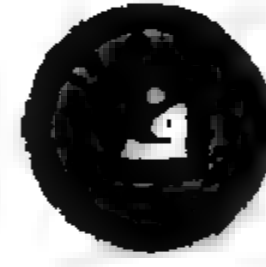
Trigeminal Nerve	العصب التوأمي الثلاثي
Vagus Nerve	العصب الحائر أو المبهم
Phrenic Nerve	العصب الحجابي
Auditory Nerve	العصب السمعي
Olfactory Nerve	العصب الشمي
Accessory Nerve	العصب اللاحق
Glosso-Pharyngeal Nerve	العصب اللساني البلعومي
Abducent Nerve	العصب المبعد
Occulomotor Nerve	العصب المحرك للعين
Facial Nerve	العصب الوجهي
Postganglionic N	العصب بعد العقدة
Hypoglossal Nerve	العصب تحت اللساني
Chorda Tympani	عصب حبل الطبل
Afferent Nerve	عصب حسي
Preganglionic N.F	العصب قبل العقدة
Motor Nerve Efferent	عصب محرك
Respiratory Muscles	عضلات التنفس
External Intercostal Muscles	العضلات الضلعية الخارجية
Internal Intercostal Muscles	العضلات الضلعية الداخلية
Smooth Muscles	العضلات الملساء
Skeletal Muscles	العضلات الهيكلية
Diaphragm	عضلة الحجاب الحاجز

Myocardium	عضلة القلب
Cardiac Muscle	العضلة القلبية
Sneezing Centre	العطس
Node of Ranviers	عقد رانفير
Giagantism	عملقة الجسم
Acromegaly	عملقة العظام الغضروفية
Coagulation Factors	عناصر التخثر
Cervical	العنقية
Repolarization	عودة القطبية
Eye	العين



Galactose	الغالكتوز
Nausea	الغثيان
Thymus Gland	الغدة التيموثية
Thyroid Gland	الغدة الدرقية
Pineal Gland	الغدة الصنوبرية
Posterior Pituitary Gland	الغدة النخامية الخلفية
Partoid Gland	الغدة النكفية
Sublingul Glands	الغدة تحت اللسان
Suprarenal Gland	الغدة فوق الكلية (الكظرية)
Salivary Glands	الغدد اللعابية

Submandibular Glands	الغدد تحت الفك
Plasma Membrane	غشاء الخلية
Basement Membrane	الغشاء القاعدي
Sarcolemma	غشاء عضلي
Mucous Membrane	غشاء مخاطي
Nuclear membrane	الغشاء نووي
Myelin Sheath	غلاف النخاعين
Muscle Glycogen	الجليكوجين العضلي



Subnormal Phase	فترة الاستجابة أقل من الطبيعي
Supra Normal Phase	فترة الاستجابة الزائدة
Relaxation Phase	فترة الاسترخاء
Contraction Period	فترة الانقباض
Refractory Periods	فترة الحرون
(A.R.P) Absolute Refractory Period	فترة الحرون المطلق
(R.R.P) Relative Refractory Period	فترة الحرون النسبي
Microscopic Observation	الفحص المجهرى
Hypertension	فرط ضغط الدم
Concentration gradient	فرق التركيز
Fructose	الفركتوز
Neuro- physiology	فسيولوجيا الأعصاب

Frontal lobe	الفص الأمامي (الجبهي)
Parietal lobe	الفص الجداري
Temporal lobe	الفص الصدغي
Pars nervosa	الفص العصبي
Occipital lobe	الفص القذالي
Poisonous mushroom	فطر عيش الغراب السام
Conditioned Reflex	الفعل المنعكس المشروط
Coma	فقدان الوعي
Anemia	فقر الدم أو الأنيميا
Creatine Phosphate (CP)	فوسفات الكرياتين
Phosphatase	الفوسفاتيز
Fibrinogen	فيبرينوجين
Vitamins	الفيتامينات



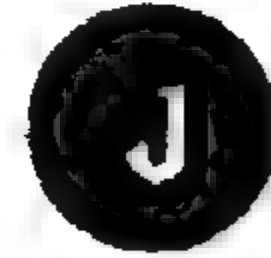
Capacities Lung	القدرات التنفسية " الرئوية "
Vital Capacity	القدرة الحيوية
Functional Residual Capacity	القدرة الزفيرية
Inspiratory Capacity	القدرة الشهيقية
Total Lung Capacity	القدرة الكلية للرئتين
Ejaculation	القذف
Dwarfism	القزمية

Cerebral Cortex	القشرة المخية
Trachea	القصبة الهوائية
Lumber	القطنية
Alkalosis	القلاء
Heart	القلب
Cretinism	القماءة
Infundibulum	القمع
Urethra	قناة مجري البول
Channels	قنوات
Gap Junction	قنوات اتصال
Sodium Channels	قنوات الصوديوم
Reflex Arc	القوس الانعكاسي
Vomiting	القيء



Catecholamines	الكاتيكولا أمين
Carbo-amino hemoglobin	كاربو أمين هيموجلوبين
Carboxy Hb	كاربو كسي هيموجلوبين
Hydrophobic	كاره للماء
Calmodulin	كالمودولين
Glomerulus	الكبة
Liver	الكبد

Suph-Hb	كبريتات الخضاب
Specific Gravity	الكثافة النوعية
Cough	الكحة (السعال)
Dry Cough	الكحة الجافة
Corbacoal	الكربا كول
Blood Cells	كريات (خلايا) الدم
Corpuscles Malpighian	كريات مليجي
Kidney	الكلية
The Nephron	الكليون أو النفرون
Action Potential	كمون العمل
Curare	كورار
Chondroitin	الكوندرويتين
Scrotum	كيس الخصية
Chymotrypsin	الكيموترسين
Chymes	الكيموس



Viscosity	اللزوجة
Epiglottis	لسان المزمار
Peyer's Patches	لطخات بايرز
Saliva	اللعاب
Ileum	اللفائفي

Touch	اللمس
Amygdala	اللوزة
Gastric Lipase	الليباز المعدي
Intestinal Lipase	الليباز المعوي
Lysozyme	الليسوزوم
Lymph	الليمف



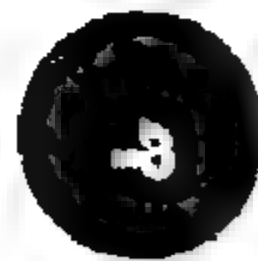
Ovaries	المبايض
Mitochondria	المتقدرات (الميتوكوندريا)
Urinary Bladder	المثانة البولية
Blood Groups	بمجموعات الدم
Electronic Microscope	المجهر الالكتروني
Light Microscope	المجهر الضوئي
Hydrophilic	محب للماء
Capsule	المحفظة
Renal Capsules	محفظة الكلى
Bawmans Capsule	محفظة بومان
Spleen Capsule	محفظة الطحال
Axon	المحور
Mid Brain	المخ الأوسط
Mucin	المخاط

White Mucous	المخاط الأبيض
Cerebellum	المخيخ
Pontine Centres	مراكز الجسر
Auditory Area	مراكز السمع
Medullary Centres	مراكز النخاع المستطيل
Sub Cortical	المراكز تحت القشرة
Latent Period	مرحلة الكمون
Diabetes Millitus	مرض السكري
Apneustic Centre	مركز الأبنوسيتك
Feeding Centre	مركز التغذية
Expiratory Centre	مركز الزفير
Satiety	مركز الشبع
Vision	مركز النظر أو الأبصار
Pneumotaxic	مركز النيموتاكسيك
Spino-thalamic Tract	المسار الشوكي المهادي
Descending Tracts	المسارات الحركية " الهابطة "
Cortico Spinal Tracts	المسارات القشرية المخية الشوكية
Pyramidal Tracts	المسارات الهرمية
Extra-pyramidal Tracts	المسارات خارج الهرمية
(AB) Universal Recipient	المستقبل العام
Receptors	المستقبلات
Cutaneous Receptors	مستقبلات الجلد

Proprio- receptors	مستقبلات الحس العميق
Extero-receptors	المستقبلات الخارجية
Intero-receptors	المستقبلات الداخلية
Gluko- receptors	مستقبلات السكر
Baro-receptors	مستقبلات الضغط
Osmo-receptors	مستقبلات الضغط التناضحي
Colinergic Receptors	المستقبلات الكولينية
Hypothalamic Receptors	مستقبلات الوطاء
Sensory Receptors	مستقبلات حسية
Chemo-receptors	مستقبلات كيميائية
Muscarinic Receptors	مستقبلات مسكارينية
Nicotinic Receptors	مستقبلات نيكوتين
Pumps	مضخات
Sodium - potassium pump	مضخة الصوديوم والبوتاسيوم
Minerals	المعادن
Stomach	المعدة
Rate of Diffusion	معدل انتشار الغاز
Universal donors	المعطى العام (O)
Muscle spindles	مغازل عضلية
Colic	المغص
Air conducting part	الممرات التنفسية أو الهوائية
Motor Area	المناطق الحركية

Sensory Area	المناطق الحسية
Immunity	المناعة
Cellular Immunity	المناعة الخلوية
Humoral Immunity	المناعة الدوارة
Innate Immunity	المناعة الطبيعية
Acquired Immunity	المناعة المكتسبة
Stimuli	المنبهات
Zona Fasciculata	المنطقة الحزمية
Zona Reticularis	المنطقة الشبكية
Zona Glomerulosa	المنطقة المحببة
Thalamus	المهد
Anticogulants	موانع التخثر
Met Hemoglobin	ميت هيموجلوبين
Myosin	الميوسين
Heavy Meromyosin	الميوسين الثقيل
Light Meromyosin	الميوسين الخفيف
Neurotransmitters	الناقلات العصبية
Radial Pulse	النبض الكعبري
Extrasystole	نبضات إضافية
Microtubules	النبيبات الدقيقة

Cardiac Output	النتاج القلبي
Medulla	النخاع
Red Bone Marrow	نخاع العظم الأحمر
Medulla Oblongata	النخاع المستطيل
Bleeding	التزيف الدموي
Buffer System	نظام الدوائى (المنظمات)
Hypoxia	نقص الأكسجة
Hypoglycaemia	نقص الجلوكوز بالدم
Thrombocytopenia	نقص الصفائح الدموية
Acquired immune deficiency syndrome (AIDS)	نقص المناعة المكتسبة
Electron Transfer	نقل الإلكترون
Blood Transfusion	نقل الدم
Nucleus	النواة
Inferior Salivary Gland	النواة اللعابية الخلفية
Superior Salivary Nucleus.	النواة اللعابية العليا
Carriers	النواقل
Nore Adrenaline	النور أدرينالين
Nucleolus	النوية
Nicotine	النيكوتين



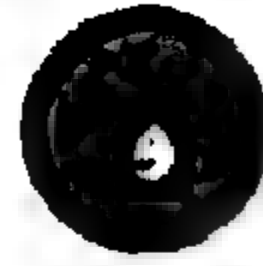
Oxytocin Hormone

هرمون أكسي توسين

Oestrogen	هرمون الاستروجن
Aldosterone	هرمون الالدوستيرون
Insulin	هرمون الأنسولين
Inhibin hormone	هرمون الأنهيبيين
Bradykinin Hormone	هرمون البراد كينين
Progesterone Hormone	هرمون البروجسترون (هرمون الحمل)
Gastrin Hormone	هرمون الجاسترين
Glucagon	هرمون الجلوكاجون
Gonadotropins	الهرمون الحاث للمناسل
Relaxin Hormone	هرمون الريلاكسين
Secretin Hormone	هرمون السكرتين
Calcitonin	هرمون الكالسيتونين
Cortisol Hormone	هرمون الكورتيزول
Cholecystokinin (CCK)	هرمون الكولي سيستوكينين
Leptin Hormone	هرمون اللبتين
Prolactin Hormone	هرمون اللبن
Vasopressin Hormone	هرمون فازوبروسسين
Calcitonin Hormone	هرمون كلستيونين
Hormones	الهرمونات
Histamine	الهستامين
Heparin	الهيبارين
Hemoglobin	الهيموجلوبين

Hemophilia A

الهيموفيليا أ



Functional Units

الوحدات الوظيفية

Motor Unit

الوحدة الحركية

Sarcomere

الوحدة العضلية

Renal Vein

الوريد الكلوي

Hypothalamus

الوطاء (تحت المهد)



Bronchio-dilation

يوسع الشعب الهوائية

ثانياً: إنجليزي - عربي



A Fertilized Egg	البويضة المخصبة
A Single Cell	خلية وحيدة
(A.R.P) Absolute Refractory Period	فترة الحرون المطلق
(AB) Universal Recipient	المستقبل العام
Abducent Nerve	العصب المبعد
Absorption	الامتصاص
Accessory Nerve	العصب اللاحق
Acetyl choline estrase	أستيل كولين إستريز
Acetylcholine	الأسيتيل كولين
Acidosis	الحموضة
Acquired immune deficiency syndrome (AIDS)	نقص المناعة المكتسبة
Acquired Immunity	المناعة المكتسبة
Acromegaly	عملقة العظام الغضروفية
Actin	الأكتين
Action Potential	كمون العمل
Acute pain	الألم الحاد
Adaptation	التأقلم
Adrenaline	أدرينالين
Aerobic Oxidation	الحرق الهوائي
Afferent Nerve	عصب حسي

Air conducting part	الممرات التنفسية أو الهوائية
Albumin	الألبومين
Aldosterone	هرمون الالدوستيرون
Alkalosis	القلاء
Alveolar Dead Space	الحيز الميت السنخي
Ameboid movement	الحركة الأميبية
Amino acids	الأحماض الأمينية
Amino peptidase	أمينو ببتيديز
Amygdala	اللوزة
Anatomical Dead Space	الحيز الميت التشريحي
Anemia	فقر الدم أو الأنيميا
Anerobic Oxidation	الحرق اللاهوائي
Antibodies	أجسام مضادة
Anticogulants	موانع التخثر
Antigens	الأضداد
Antiperistaltic Movements	الحركة التمعجية العكسية
Aortic Valve	الصمام الأورطي
Apneustic Centre	مركز الأبنوسيتك
Arterial Blood Pressure	ضغط الدم الشرياني
Arteries	الشرايين
Astrocytes	الخلايا النجمية
ATP	ثلاثي فوسفات الادينوزين

Atria	أذنان
Atrial systole	انقباض الأذين
Atropine	الأتروبين
Auditory Area	مراكز السمع
Auditory Nerve	العصب السمعي
Auscultatory Method	طريقة التسمع
Autonomic Nervous System	الجهاز العصبي اللاإرادي
Axon	المحور



Baro-receptors	مستقبلات الضغط
Basement Membrane	الغشاء القاعدي
Basophils	خلايا قعدة
Bawmans Capsule	محفظة بومان
B-endorphin	الأندورفين
Bicarbonates	البكربونات
Bile Secretion	العصارة الصفراء
Bilirubin	البليروبين
Biliverdin	البليفيردين
Bleeding	التريف الدموي
Blood	الدم
Blood Brain Barrier	الحاجز الدموي للمخ
Blood Cells	كريات (خلايا) الدم

Blood Clot	خثرة الدم
Blood flow	التغذية الدموية
Blood Groups	مجموعات الدم
Blood Plasma	بلازما الدم
Blood Platelets or Thrombocytes	الصفائح الدموية
Blood supply	التروية الدموية
Blood Transfusion	نقل الدم
Blood Vessels	الأوعية الدموية
Body Fluids	سوائل الجسم
Bolus	البلعة
Botulinim Toxin	سموم البتولزم
Bradykinin Hormone	هرمون البرادكينين
Bradyknin	البرادي كينين
Brain stem	جذع المخ
Bronchio Constriction	ضيق الشعب الهوائية
Bronchio-dilation	يوسع الشعب الهوائية
Buffer System	نظام الدوائى (المنظمات)
Calcitonin	هرمون الكالسيتونين
Calcitonin Hormone	هرمون كلستيونين
Callapse	تنكمش



Calmuodlin	كالموديولين
Capacities Lung	القدرات التنفسية " الرئوية "
Capillaries	الشعيرات
Capsule	المحفظة
Carbo-aminohemoglobin	كاربو أمين هيموجلوبين
Carbonic Acid	حمض الكربونيك
Carbonic anhydrase	إنزيم الكربونيك أنهيدريز
Carboxy Hb	كاربو كسي هيموجلوبين
Cardiac Cycles	الدورة القلبية
Cardiac Muscle	العضلة القلبية
Cardiac Output	التاج القلبي
Carotid Bodies	الجسم السباتي
Carriers	النواقل
Catalase	إنزيم الكتاليز
Catecholamines	الكاتيكولا أمين
Cell	الخلية
Cell Differentiation	التخليق الخلوي
Cell Organelles	الجسيمات الخلوية
Cellular Immunity	المناعة الخلوية
Central Nervous System	الجهاز العصبي المركزي
Cerebellum	المخيخ
Cerebral Cortex	القشرة المخية

Cervical	العنقية
Channels	قنوات
Chemo-receptors	مستقبلات كيميائية
Chemotaxis	الانجذاب الكيميائي
Cholecystokinin (CCK)	هرمون الكولي سيستوكينين
Cholesterol esterase enzyme	إنزيم الكلوستيرول استريز
Chondroitin	الكوندرويتين
Chorda Tympani	عصب حبل الطبل
Chromosomes	الصبغيات
Chronic pain	الألم المزمن
Chymes	الكيموس
Chymotrypsin	الكيموتربسين
Clot Retraction	انكماش الخثرة
Coagulation Factors	عناصر التخثر
Colic	المغص
Colinergic Receptors	المستقبلات الكولينية
Collagen fibres	ألياف كولاجينية
Collecting tubules	الأنابيب الجامعة
Coma	فقدان الوعي
Complete heart block	حصص القلب التام
Concentration gradient	فرق التركيز
Conditioned Reflex	الفعل المنعكس المشروط

Connective Tissue Cells	الخلايا النسيجية الضامة
Contractility	الانقباضية
Contraction Period	فترة الانقباض
Corbacoal	الكربا كول
Cori cycle	دورة كوري
Corpus luteum	الجسم الأصفر
Corpuscles Malpighian	كريات مليجي
Cortico Spinal Tracts	المسارات القشرية المخية الشوكية
Cortisol Hormone	هرمون الكورتيزول
Cough	الكحة (السعال)
Cramp	التقلص العضلي
Cranial nerves	الأعصاب المخية " القحفية "
Creatine Phosphate (CP)	فوسفات الكرياتين
Cretinism	القماءة
Cristae	رفوف
Cuneatus	الحزمة الأسفينية
Curare	كورار
Cutaneous Receptors	مستقبلات الجلد
Cytoplasm	السيتوبلازم



Dead Space

الحيز الميت

Defecation	التبرز
Dehydration	الجفاف
Dendrites	التغصينات
Deoxyriboneucleic acid (DNA)	حامض الـدي راييوز النوى
Deoxyribose	الـدي أكسي راييوز
Depolarization	إزالة القطبية
Descending Tracts	المسارات الحركية " الهابطة "
Diabetes Millitus	مرض السكرى
Diapedesis	الانسلال
Diaphragm	عضلة الحجاب الحاجز
Diastolic Pressure	الضغط الانبساطي
Distal convoluted tubules	الأنابيب الملففة البعيدة
Distension	تتمدد
Dry Cough	الكحة الجافة
Duodenum	الإثنى عشر أو العفج
Dwarfism	القزمية



Ear	الأذن
Echo cardiography	تصوير القلب بالصدى
Ejaculation	القذف
Elastic fibres	ألياف مرنة

Electric signals	الإشارات الكهربائية
Electrocardiogram (ECG)	تخطيط القلب الكهربائي
Electron Transfer	نقل الإلكترون
Electronic Microscope	المجهر الإلكتروني
Emission	الإصدار
Endoplasmic Reticulum	الشبكة الهيولية
Enterogasteron	الإنتيروجاسترون
Enzymes	الأنزيمات
Epiglottis	لسان المزمار
Epithelial Cells	الخلايا الظهارية
Erection	انتصاب القضيب
Erythropoietin	الأرثروبويتين
Esinophils	خلايا حمضة
Eukaryotic	حقيقية النواة
Excitability	الاستثارية
Excretion	الإخراج
Exocytosis	الإفراز الخلوي الخارجي
Exophthalmos	جحوظ العين
Expiration	الزفير
Expiratory Centre	مركز الزفير
Expiratory Reserve volume	الزفيري حجم الاحتياطي
External Intercostal Muscles	العضلات الضلعية الخارجية

External respiration	التنفس الخارجي
Extero-receptors	المستقبلات الخارجية
Extracellular fluid (ECF)	السائل خارج الخلايا
Extra-pyramidal Tracts	المسارات خارج الهرمية
Extrasystole	نبضات إضافية
Eye	العين
Eye Lids	الجفون
Eye Pupil	حدقة العين
Eye Pupil Myosis	ضيق حدقة العين



Facial Nerve	العصب الوجهي
Fate of Hb	تحلل الخضاب
Fatty acids	الأحماض الدهنية
Feeding Centre	مركز التغذية
Fibres	ألياف
Fibrinogen	فيبرينوجين
Fibrinolysis	تحليل الخثرة
Fissures	أثلام
Folic Acid	حمض الفوليك
Fructose	الفركتوز
Free nerve endings	الأعصاب العارية "المنتهية"

Frontal lobe	الفص الأمامي (الجبهي)
Functional Residual Capacity	القدرة الزفيرية
Functional Units	الوحدات الوظيفية
	
Galactose	الغالكتوز
Gall Bladder	الحوصلة المرارية
Ganodotropins	المهرمون الحاث للمناسل
Gastric Lipase	الليباز المعدي
Gastrin Hormone	هرمون الجاسترين
Giagantism	عملقة الجسم
Gletainase	إنزيم الجلاتينيز
Glial Cells	الخلايا الدبقية
Globulin	جلوبيولين
Glomerular filtration	الترشيح الكببي
Glomerulus	الكبة
Glosso-Pharyngeal Nerve	العصب اللساني البلعومي
Glucagon	هرمون الجلوكاجون
Gluco- receptors	مستقبلات السكر
Glucose	الجلوكوز
Glucostate Cells	خلايا حساسة للجلوكوز
Glycoprotein	بروتين سكري

Golgi Apparatus	جهاز جولجي
Gonadotrophic	حافز التناسل
Gracilis	الحزمة الرشيقة
Graffian Follicle	حويصة جراف
Growth factors	عامل النمو
Gyri	التلافيف



Haemoglobin buffer	دوراء الخضاب في كرات الدم الحمراء
Heart	القلب
Heart sounds	الأصوات القلبية
Heat Paralysis	الشلل الحراري
Heavy Meromyosin	الميوسين الثقيل
Hemoglobin	الهيموجلوبين
Hemophilia A	الهيموفيليا أ
Heparin	الهيبارين
Hilum	السرة
Hippocampus	الحصين
Hiss bundles	حزمة هيس
Histamine	الهستامين
Homeostasis	الاستتباب الداخلي
Hormones	المهرمونات

Horner's syndrome	ظاهرة هورنر
Humoral Immunity	المناعة الدوارة
Hyaluronic Acid	حمض الهياليورونك
Hydrophilic	محب للماء
Hydrophobic	كاره للماء
Hyperglycaemia	زيادة الجلوكوز بالدم
Hypertension	فرط ضغط الدم
Hypoglossal Nerve	العصب تحت اللساني
Hypoglycaemia	نقص الجلوكوز بالدم
Hypothalamic Receptors	مستقبلات الوطاء
Hypothalamus	الوطاء (تحت المهد)
Hypoxia	نقص الأكسجة



Ileum	اللفائفي
Immunity	المناعة
Incomplete Heart Block	حصر جزئي للقلب
Inferior Salivary Gland	النواة اللعابية الخلفية
Infundibulum	القمع
Inhibin hormone	هرمون الأنهيبيين
Innate Immunity	المناعة الطبيعية
Inspiration	الشهيق

Inspiratory Capacity	القدرة الشهيقية
Insulin	هرمون الأنسولين
Integral Proteins	بروتينات داخلية
Inter leukin	الانترولوكين
Intercellular fluid	السائل داخل الخلايا
Interferon	الأنترفيرون
Internal Environment	البيئة الداخلية
Internal Intercostal Muscles	العضلات الضلعية الداخلية
Internal respiration	التنفس الداخلي
Intero-receptors	المستقبلات الداخلية
Interstitial fluid	السائل الخلالي
Intestinal enzyme	إنزيمات العصارة المعوية
Intestinal Iamylase	الأميليز المعوي
Intestinal Lipase	الليباز المعوي
Intestinal Movements	الحركة في الأمعاء
Intestinal Secretion	العصارة المعوية
Intra Pleural Pressure	الضغط الصدري
Intrapulmonary Pressure	الضغط الرئوي
Intrinsic Factor	العامل الداخلي
Isometric Contraction	الانقباض الأسوي المقاس
Isotonic Contraction	الانقباض الأسوي التوتر
Isthmus	البرزخ

J

Jap Junction

قنوات اتصال

K

Kidney

الكلية

Krebs cycle

دورة كريس

L

Lactic Acid

حمض اللبن

Larynx

الحنجرة

Latent Period

مرحلة الكمون

Length of Muscle

طول العضلة

Leptin Hormone

هرمون اللبتين

Leukaemia

سرطان الدم (إبيضاض الدم)

Lieberkuhn Crypts

خبايا ليبركين

Light Meromyosin

الميوسين الخفيف

Light Microscope

المجهر الضوئي

Limbic System

الجهاز الطرفي

Lipolysis

تحلل الدهون

Liver

الكبد

Liver cirrhosis	تليف الكبد
Loop of Henle	عروة هنل
Low Density Lipoprotein (LDLP)	البروتينات الدهنية منخفضة الكثافة
Lumber	القطنية
Lung Volume	الأحجام التنفسية " الرئوية "
Lungs	الرئتين
Lymph	الليمف
Lymphocytes	خلايا الليمفاوية
Lysosome	الجسيمات الحالة
Lysozyme	الليسوزوم



Maltase	إنزيم المالتيز
Medulla	النخاع
Medulla Oblongata	النخاع المستطيل
Medullary Centres	مراكز النخاع المستطيل
Megakaryocytes	الخلايا العرطلية
Menses	الإدعاء
Messenger RNA	رن ا الرسول
Met Hemoglobin	ميت هيموجلوبين
Metabolism	التمثيل الغذائي
Microfilaments	الخيوط الدقيقة

Microglial Cells	الخلايا الدبقية الدقيقة
Microscopic Observation	الفحص المجهرى
Microtubules	النيبيات الدقيقة
Mid Brain	المخ الأوسط
Minerals	المعادن
Mitochondria	المتقدرات (الميتوكوندريا)
Mitral Valves	الصمام المترالى
Monocytes	خلايا الوحيدة
Motor Area	المناطق الحركية
Motor Nerve Efferent	عصب محرك
Motor Unit	الوحدة الحركية
Mucin	المخاط
Mucous Membrane	غشاء مخاطي
Muscarinic Receptors	مستقبلات مسكارينية
Muscle contraction	الانقباض العضلي
Muscle Cells	الخلايا العضلية
Muscle Fatigue	التعب العضلي
Muscle Glycogen	الجليكوجين العضلي
Muscle spindles	مغازل عضلية
Muscles tone	توتر العضلات
Myelin Sheath	غلاف النخاعين
Myelinated Nerve	الأعصاب النخاعينية أو الغمدية

Myocardium	عضلة القلب
Myogenic	تنقبض ذاتياً
Myoglobin	الحضاب العضلي
Myosin	الميوسين



Nausea	الغثيان
Nerve Fibers	الألياف العصبية
Nerve Block	حصر عصبي
Nerve Cells	الخلايا العصبية
Nerve Impulse	السيالات العصبية
Nervous system	الجهاز العصبي
Neuro- physiology	فسيولوجيا الأعصاب
Neurogenic	تنقبض عصبياً
Neuromuscular junction	الاتصال العضلي العصبي
Neuromuscular Transmisson	الصفحية الانتهازية الحركة للعضلات
Neurotransmitters	الناقلات العصبية
Neutrophils	خلايا عدلة
Nicotine	النيكوتين
Nicotinic Receptors	مستقبلات نيكوتين
Night Blindness	العشى الليلي
Node of Ranviers	عقد رانفير

Nore Adrenaline	النور أدرينالين
Nose	الأنف
Nuclear membrane	الغشاء نووي
Nucleolus	النوية
Nucleus	النواة
	
Occipital lobe	الفص القذالي
Occulomotor Nerve	العصب المحرك للعين
Oestrogen	هرمون الاستروجين
Olfactory Nerve	العصب الشمي
Oligodendrocytes	الخلايا الدبقية القليلة التغصن
Optic Nerve	العصب البصري
Organs	الأعضاء
Osmo-receptors	مستقبلات الضغط التناضحي
Ovaries	المبايض
Oxidase	او كسيديز
Oxygen Debt	الاحتياطي الأوكسجين
Oxy-hemoglobin	أوكس هيموجلوبين
Oxytocin Hormone	هرمون أكسي توسين



Packed cell volume PCV	حجم الدم المضغوط
Pain sensation	الإحساس بالألم
Palpation Method	طريقة الجس
Pancreatic Amylase	إنزيم الأميليز البنكرياسي
Pancreatic Juice	العصارة البنكرياسية
Pancreatic Lipase	إنزيم الليباز
Paracrine	جار غدي
Parasympathetic Nervous System	الجهاز العصبي نظير الودي
Parietal lobe	الفص الجداري
Parkinje's fibers	ألياف بوركينج
Pars nervosa	الفص العصبي
Partoid Gland	الغدة النكفية
Pelvic Plexus	الضفيرة الحوضية
Pendular movement	الحركة البندولية
Pepsinogen enzyme	إنزيم الببسينوجين "الببسين"
Peptidase	الببتيداز
Pericardium	التامور
Peripheral Nervous System	الجهاز العصبي المحيطي
Peristalsis	الحركة التمعجية
Peristaltic Movement	حركة التمعج "الدودية"
Peroxisomes	البروكسيسومز

Peyer's Patches	لطخات بايرز
pH	درجة الأس الهيدروجين
Phagocytosis	البلعمة
Pharynx	البلعوم
Phernic Nerve	العصب الحجابي
Phosphatase	الفوسفاتيز
Phosphate buffer	دورائى الفوسفات
Phospholipase enzyme	إنزيم الفوسفوليبيز
Physiological Dead Space	الحيز الميت الفسيولوجي
Piloerection	انقباض عضلات الشعر
Pineal Gland	الغدة الصنوبرية
Plasma Membrane	غشاء الخلية
Plasma protein	بروتين البلازما
Platelets plug	سدة الصفائح الدموية
Pneumotaxic	مركز النيموتاكسيك
Poisonous mushroom	فطر عيش الغراب السام
Polycythemia	إحمرار الدم
Pons	الجسر
Pontine Centres	مراكز الجسر
Posterior Pituitary Gland	الغدة النخامية الخلفية
Postganglionic N	العصب بعد العقدة
Preganglionic N.F	العصب قبل العقدة

Pregnancy	الحمل
Progesterone Hormone	هرمون البروجسترون (هرمون الحمل)
Prokaryotic	بدائية النواة
Prolactin Hormone	هرمون اللبن
Proprio- receptors	مستقبلات الحس العميق
Prostigmine	البروستجمين
Protein buffer	دورائ البروتين
Proximal convoluted tubules	الأنابيب الملففة القريبة
Pulmonary Circulation	الدورة الرئوية
Pulmonary Valve	الصمام الرئوي
Pulmonary Ventilation	التهوية الرئوية
Pulse Pressure	الضغط النبضي
Pumps	مضخات
Pyramidal Tracts	المسارات الهرمية



(R.R.P) Relative Refractory Period	فترة الحرون النسبي
Radial Pulse	النبض الكعبري
Rate of Diffusion	معدل انتشار الغاز
Receptors	المستقبلات
Red Bone Marrow	نخاع العظم الأحمر
Referred pain	الألم التحويلي

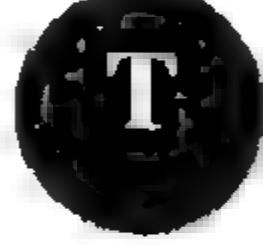
Reflex action	رد الفعل المنعكس
Reflex Arc	القوس الإنعكاسي
Refractory Periods	فترة الحرون
Regulation of respiration	تنظيم التنفس
Relaxation Phase	فترة الاسترخاء
Relaxin Hormone	هرمون الريلاكسين
Renal Artery	الشريان الكلوي
Renal Capsules	محفظة الكلى
Renal Vein	الوريد الكلوي
Repolarization	عودة القطبية
Respiration	التنفس
Respiratory Muscles	عضلات التنفس
Respiratory system	الجهاز التنفسي
Response	استجابة
Ribonucleic Acid (RNA)	حمض الرايبوز النووى
Ribose	الرايبوز
Ribosomal RNA	رن ا الريوسومي
Rigor mortis	تيبس رمى
Sacral	العجزية
Saliva	اللعاب



Salivary Glands	الغدد اللعابية
Saltatory conduction	التوصيل الوثني
Sarcolemma	غشاء عضلي
Sarcomere	الوحدة العضلية
Satiety	مركز الشبع
Schwan Cells	خلايا شوان
Scrotum	كيس الخصية
Secretin Hormone	هرمون السكرتين
Secretory vesicles	الحبيبات الإفرازية
Segmentation movement	حركة التقطيع
Semilunar Valves	الصمامين الهلاليين
Sensory Area	المناطق الحسية
Sensory Receptors	مستقبلات حسية
Sensory system	الجهاز الحسي
Septum	الحاجز
Serotonin	السيروتونين
Sex organs	الأعضاء الجنسية
Sialic Acid	حمض السياليك
Sickle Cell anemia	الأنيميا المنجلية
Skeletal Muscles	العضلات الهيكلية
Skin	الجلد
Smooth Muscles	العضلات الملساء

Sneezing Centre	العطس
Sodium - potassium pump	مضخة الصوديوم والبوتاسيوم
Sodium Channels	قنوات الصوديوم
Somatic Nervous System	الجهاز العصبي الجسدي " الإرادي "
Specific Gravity	الكثافة النوعية
Spinal Cord	الحبل الشوكي
Spinal reflexes	الانعكاسات الشوكية
Spino-thalamic Tract	المسار الشوكي المهادي
Spleen Capsule	محفظة الطحال
Stair Case Phenomena	ظاهرة الدرج السلم
Stem Cells	الخلايا الجذعية
Stimulate	تحفيز
Stimuli	المنبهات
Stomach	المعدة
Stroke Volume	حجم النبضة
Sub Cortical	المراكز تحت القشرة
Sublingual Glands	الغدة تحت اللسان
Submandibular Glands	الغدد تحت الفك
Subnormal Phase	فترة الاستجابة أقل من الطبيعي
Succinyl Choline	سكسينل كولين
Summation	التراكم
Superior Salivary Nucleus.	النواة اللعابية العليا

Suph-Hb	كبريتات الخضاب
Supra Normal Phase	فترة الاستجابة الزائدة
Suprarenal Gland	الغدة فوق الكلية (الكظرية)
Sweating	التعرق
Sympathetic Nervous System	الجهاز العصبي الودي
Systemic Circulation	الدورة الجهازية
Systems	الأجهزة
Systolic Pressure	الضغط الانقباضي



Tachycardia	إسراع عضلة القلب
Target organs	الأعضاء المستهدفة
Tears secretion	إفراز الدموع
Temperature	درجة الحرارة
Temporal lobe	الفص الصدغي
Tension	التوتر
Testes	الخصي
Testosterone	التيستسترون
Tetanus	التكزز
Thalamus	المهد
The Nephron	الكليون أو النفرون
The Plasma	بلازما الدم

Thick Filaments	الألياف السميكة
Thin Filaments	الألياف الرفيعة
Thoracic	الصدرية
Threshold stimulus	عتبة المنبه
Thrombocytopenia	نقص الصفائح الدموية
Thymus Gland	الغدة التيموثية
Thyroid Gland	الغدة الدرقية
Thyroid Vesicles	الحويصلات الدرقية
Tissues	الأنسجة
Tissues buffer	دوراء الأنسجة
Tonic movement	الحركة التوتيرية
Total Lung Capacity	القدرة الكلية للرئتين
Touch	اللمس
Trachea	القصبة الهوائية
Transfer RNA	حمض رن الناقل
Trigeminal Nerve	العصب التوأمي الثلاثي
Trochlear Nerve	العصب البكري
Tropomyosin	التروبوميوسين
Troponin	التروبونين
Trypsin	التربسين
Tyrosine	حمض التيروسين



Unconditioned Reflex	رد فعل غير مشروط
Uncus	الحقفة
Universal donors	المعطى العام (O)
Unmyelinated nerve	الأعصاب اللائخاعينية
Urease	إنزيم اليوريز
Urethra	قناة مجري البول
Urinary Bladder	المثانة البولية
Urinary system	الجهاز البولي



Vagus Nerve	العصب الحائر أو المبهم
Valves of Heart	صمامات القلب
Vasoconsriction	ضيق في الأوعية الدموية
Vasopressin Hormone	هرمون فازوبروسسين
Veins	الأوردة
Ventricles	بطينان
Ventricular systole	انقباض البطين
Villary movement	حركة الزغبات " الحملات "
Visceral pain	الألم الحشوي
Viscosity	اللزوجة

Vision

مركز النظر أو الأبصار

Vital Capacity

القدرة الحيوية

Vitamins

الفيتامينات

Vomiting

القيء



White Blood Cells

خلايا الدم البيضاء

White Mucous

المخاط الأبيض

Withdrawal Reflex

رد فعل انسحابي



Zona Fasciculata

المنطقة الحزمية

Zona Glomerulosa

المنطقة المحبة

Zona Reticularis

المنطقة الشبكية

كشاف الموضوعات

الاستشارية، ٨٣، ١٠١
 استقلاب الحديد، ١٢٧
 الأستيل كولين، ٧٠، ٧١
 أشكال مرضية من الخضاب، ١٢٦
 الأصوات القلبية، ١٨١
 الاعصاب، ٨١، ٨٢، ٨٥
 الأعصاب اللاخاعينية، ٨١
 الأعصاب النخاعية أو الغمدية، ٨٢
 أعضاء الإخراج، ٢٩٧
 الاعضاء والاجهز، ٦
 الأغشية الخلوية، ٣٠
 الأكتين، ٨٨
 الألبومين أو الزلال، ١١٥
 الألم التحويلي، ٥٨
 آلية انقباض العضلات الملساء، ١٠٥
 آلية عمل الأستيل كولين، ٧١



أجزاء سوائل الجسم، ١١
 الأجسام المضادة، ١٣٩
 الاحتياطي الأوكسجين، ١٠٠
 الأحجام الرئوية، ٢٤٠
 الإحساس بالألم، ٥٥
 الإحساس في الجلد، ٥٤
 الإحساس في العضلات، ٥٣
 الإخراج، ٢٩٧
 الأدرينالين، ٧٣، ٧٢، ٧٤
 الأس الهيدروجيني PH، ١٤، ١٥، ١٦،
 ١٧
 الأس الهيدروجيني للدم أو البلازما،
 ١١١
 الأساس الجزئي للانقباض، ٩٢

- الامتصاص، ٢٢٨
- الأمعاء الغليظة، ٢٣٠
- املاح الصفراء، ٢٢٣
- إنتاج الطاقة في الخلية، ٢٩
- الأنترفيرون، ١٤٠
- انتقال الغازات في الدم، ٢٤٩
- الأنسجة، ٤
- الانقباضية، ١٠١
- انكماش الخثرة، ١٤٨
- أنواع الألياف العصبية، ٨٠
- أنواع الانقباض العضلي، ٩٨
- أنواع البروتين العضلي ٨٦
- أنواع الخلايا، ٢، ١٨
- أنواع المستقبلات الكيميائية، ٢٥٤
- انواع بروتينات البلازما، ١١٥
- الأنيميا، ١٢٩، ١٢٨، ١٣٠
- الأهمية الفسيولوجية لتقدير PCV، ١١٢
- الأوعية الدموية، ١٦٣
- بروتين البلازما، ١١٤
- البروكسيسومز، ٢٦
- بعض الحركات التنفسية، ٢٥٨
- البيئة الداخلية والاستتباب الداخلي، ٨
- تأثير ممارسة الرياضة على القلب، ١٨٩
- تبادل الغازات في الرئتين، ٢٤٧
- تحضير القلب والرئة، ١٨٧
- تحلل الخضاب، ١٢٥
- تخثر الدم، ١٤٢،
- ١٤٣، ١٤٤، ١٤٦، ١٤٧
- تخطيط القلب الطبيعي، ١٧٧
- تخطيط القلب الكهربائي، ١٧٣
- التراكم، ١٠٣
- التربوميوسين، ٨٩
- التربونين، ٨٩
- تركيب الجهاز التنفسي، ٢٣٤
- تركيب الخلية، ٢٢
- التركيب الداخلي للكلية، ٢٩٩
- تركيب الغشاء الخلوي، ٣٢
- التركيب والوظيفة لمكونات الخلية، ١٨
- تصوير القلب بالصدى، ١٨٣
- التعب العضلي، ١٠٢

- التكزز، ١٠٤
تكوين البول، ٣٠٤
تكوين حامض المعدة، ٢٠٨
تنظيم إفراز العصارة البنكرياسية، ٢١٩
تنظيم إفراز الغدة اللعابية، ٢٠٣
تنظيم التنفس، ٢٥٣
تنظيم الخلايا، ١٩
التنظيم العصبي للتنفس، ٢٥٦
التنفس، ٢٣٣
التهوية الرئوية، ٢٤١
- الجل الشوكي، ٣٥، ٤٢، ٤٧، ٤٦، ٥٠
الحبيبات الإفرازية، ٢٦
حجرات القلب، ١٦٠
حجم الدم المضغوط أو الهيماتوكريت، ١١٢
الحركة المعدية، ٢١٠
الحركة في الأمعاء، ٢٢٦
حصر القلب التام، ١٨٠
حصر القلب غير التام، ١٨٠
الحيز الميت، ٢٣٨
- جذع المخ، ٣٥، ٤٢
الجسيمات، الحالة ٢٦
الجلوبيولين، ١١٥
الجهاز الحسي، ٣٩
الجهاز الطرفي، ٤٠، ٤١
الجهاز العجزي، ٦٧
الجهاز العصبي، ٣٥
الجهاز العصبي الذاتي، ٥٨
الجهاز العصبي المحيطي، ٣٦
الجهاز العصبي المركزي، ٣٥
الجهاز العصبي الودي، ٥٨
- خصائص القناة الهضمية، ١٩٦
خصائص الهرمونات، ٢٦٢



رد الفعل المنعكس، ٤٩



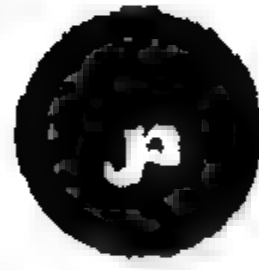
السائل المخي النخاعي، ١٥٦

سرعة ترسيب الدم، ١١٣

سعة الأكسجين، ٢٤٩



الشبكة الهيولية، ٢٣



الصفائح الدموية، ١٤٧

الصفحية الانتهازية المحركة للعضلات،

٩٠

صمامات القلب، ١٦٢



ضغط الدم الشرياني، ١٨٩

الضفيرة المشيمية، ١٥٧

خصائص عضلة القلب، ١٦٥

الخصي، ٢٩٢

الخصاب أو الهيموجلوبين،

١٢٤، ١٢٥، ١٢٦

خلايا الدم، ١١٧

خلايا الدم البيضاء، ١٣٠

الخلايا الظهارية، ٤

الخلايا العصبية، ٣، ٤١، ٧٥

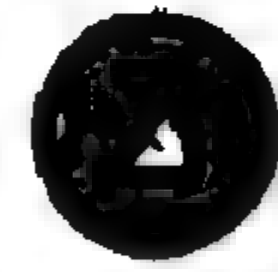
الخلايا العضلية، ٣

الخلايا النسيجية الضامة، ٤

الخلية، ٢، ١

خواص المستقبلات، ٥٢

الخيوط الدقيقة، ٢٧



درجة الزوجة، ١١١

الدم، ١٠٧، ١٠٨، ١٠٩، ١١٤،

١١٧، ١١٨، ١١٩، ١٢٠،

١٢١

الدم وسوائل الجسم، ١٠٧

الدهون والبروتين، ٩٧

الدورة القلبية والأصوات القلبية، ١٧٢



الطحال، ١٣٦



ظاهرة الدرج "السلم"، ١٠٣



عامل روسس، ١٥٣

العصاراة الصفراء، ٢١٥ ، ٢٢٠

العصاراة المعوية، ٢١٥ ، ٢٢٤

عضلات التنفس، ٢٤٥

العضلات الملساء، ١٠٤ ، ١٦٥ ، ١٠٥

العضلات الهيكلية، ٨٦ ، ٩٧ ، ٤٢ ،

٩٨ ، ١٠١ ، ١٠٢ ، ١٦٥

العضلات بين الضلوع، ٢٤٦

عضلة الحجاب الحاجز، ٢٤٦

عودة القطبية، ١٧١



غدة البنكرياس، ٢٧٧

الغدة التيموثية، ١٣٦

الغدد الجار درقية، ٢٧٦ ، ٢٧٧

الغدة الدرقية ٢٧٥ ، ٢٧٣ ، ٢٧٢ ، ٢٧٠

الغدة الصنوبرية، ٢٩٤

الغدد اللعابية، ٢٠١

الغدة النخامية، ٢٦٤ ، ٢٦٥ ،

٢٦٨ ، ٢٦٦ ، ٢٧٢

الغدة فوق الكلية (الكظرية)، ٢٨٠

الغدد الصماء، ٢٦١

الغدد الليمفاوية، ١٥٥



الفحص المجهرى للخلية، ١٩

فسيولوجيا الأعصاب، ٧٥

فسيولوجيا الأعصاب والعضلات، ٧٥

فسيولوجيا العضلات، ٨٦

الفعل الكامن (كمون العمل)، ٧٨

الفعل الكامن للناظم الخطي، ١٧٢



قانون الكل أو لا شيء، ٨٣ ، ١٠٢

القدرات التنفسية، ٢٣٩

قشرة المخ، ٣٥ ، ٣٦

القلب، ١٥٩ ، ١٦٠ ، ١٦١ ، ١٦٢ ،

١٦٣ ، ١٦٤ ، ١٦٥ ، ١٦٦

القلب والجهاز الدوري، ١٥٩

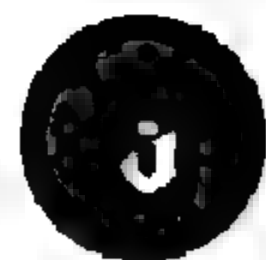


مرحلة الاسترخاء، ٩٤
مرحلة الانقباض، ٩٤
مرض نقص المناعة المكتسبة (الإيدز)،
١٤١

مركبات الفوسفات، ٩٥، ٩٦
مزيلات الألم، ٥٧
مسببات الألم، ٥٦
المستقبلات الحسية، ٥١
مصادر الطاقة في العضلات، ٩٤
المعدة، ١٩٧، ٢٠٤، ١٩٨، ٢٠٦،
٢٠٧، ٢٠٨، ٢٠٩

المعدل القلبي الطبيعي، ١٧٨
مكونات البول، ٣٠٧
مكونات الدم، ١١٤
المناسل، ٢٨٥
المناعة، ١٣٦، ١٣٧،
١٣٨، ١٤٠، ١٤١

موانع التخثر، ١٤٦
الميوسين، ٨٩



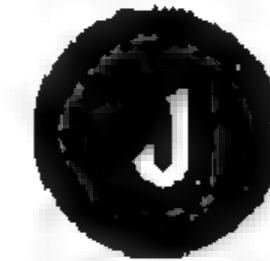
النبضة العصبية، ٨١

الكثافة النوعية، ١١٢

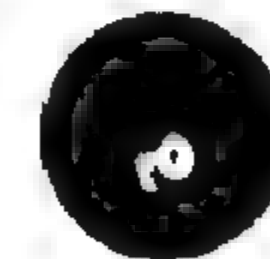
الكربوهيدرات "الغلوكوز
والجليكوجين"، ٩٦

كريات الدم الحمراء، ١١٨، ١١٧،
١٢٠، ١١٩، ١٢٢، ١٢١

الكليون أو النفرون، ٣٠١
كمون الراحة في الأعصاب، ٧٧، ٧٨
كيفية تكوين البيكربونات، ٢١٨
كيفية حدوث استرخاء في العضلات،
٩٤



اللعاب، ٦٧، ٢٠٣، ٢٠٢، ٢٠١، ٢٠٠
الليمف، ١٥٦
الماء داخل الجسم، ٣١



المبايض، ٢٨٦
المتقدرات (الميتوكوندريا)، ٢٨، ٢٩
مجموعات الدم، ١٥١
المخ الأوسط، ٣٥، ٤٢، ٤٣
المخيخ، ٣٥، ٤١



الوحدة الحركية، ٩٢
الوطاء، ٣٥، ٤٣، ٤٤، ٤٥، ٢٦٥،
٢٨٦
وظائف أخرى لبروتينات الدم، ١١٧
وظائف الجهاز الذاتي، ٥٩
وظائف الجهاز الودي، ٦٠
وظائف الجهاز نظير الودي، ٦٧
وظائف الخلايا الدبقية، ٧٧
وظائف الكلية، ٣٠٦
وظائف المرارة، ٢٢٢
وظائف بروتينات البلازما، ١١٥
الوظائف غير التنفسية للرئتين، ٢٥٩

النببات الدقيقة، ٢٧

النتاج القلبي، ١٨٤

نخاع العظم، ١٣٦

النخاع المستطيل، ٣٥، ٤٥، ٤٦، ٤٧،

٤٩

نقص بروتين البلازما، ١١٧

نقل الدم، ١٥٤

النواقل الكيميائية، ٦٩

النور أدرينالين، ٧٢، ٧٤



هرمون الكورتيزون، ٢٨٢

هرمونات القناة الهضمية، ١٩٨

الهضم في الأمعاء، ٢١٤

الهضم في الفم، ٢٠٠

الهضم في المعدة، ٢٠٤

نبذة عن السيرة الذاتية

السيرة الذاتية للدكتور / علي بن عبد الله القرعاوي

الأستاذ الدكتور / نبيل أبوهيكل سيد أحمد سبله

استاذ علم وظائف الأعضاء ووكيل جامعة حائل للبحث العلمي تخرج من كلية الزراعة والطب البيطري قسم الطب البيطري جامعة الملك سعود وسافر إلى الولايات المتحدة الأمريكية حيث حصل على درجة الماجستير والدكتوراه في علم وظائف الأعضاء وعمل بكلية الزراعة والطب البيطري بدرجة استاذ مساعد ثم استاذ مشارك ثم رقي إلى درجة استاذ بجامعة القصيم وترأس قسم الطب البيطري بكلية الزراعة والطب البيطري عدة سنوات .

له العديد من المؤلفات والبحوث العلمية في مجال علم وظائف الأعضاء والطب البيطري .

وأشرف على العديد من رسائل الماجستير بجامعة القصيم . ثم انتقل إلى جامعة حائل حيث اشرف على كلية العلوم والطب ثم رقي إلى درجة وكيل الجامعة للبحث العلمي .

أستاذ ورئيس قسم الفسيولوجيا كلية الطب البيطري جامعة المنصورة .

ولد في المنصورة مصر ١٢/٧/١٩٥٩م وتخرج من جامعة الزقازيق بمصر عام ١٩٨٢ وعمل معيدا بكلية الطب البيطري جامعة الزقازيق حتى عام ١٩٨٦ حصل على الماجستير من جامعة الزقازيق عام ١٩٨٦ ثم عين مدرس مساعد بجامعة الزقازيق حتى عام وحصل على درجة دكتوراه الفلسفة في العلوم الطبية البيطرية تخصص (الفسيولوجيا والغدد الصماء والتمثيل الغذائي) من جامعة الزقازيق بمصر في ١٩٩٠ رقي إلى درجة أستاذ مساعد عام ١٩٩٥ ثم رقي إلى درجة أستاذ الفسيولوجيا (علم وظائف الأعضاء عام ٢٠٠٠ م بجامعة المنصورة حتى الآن.

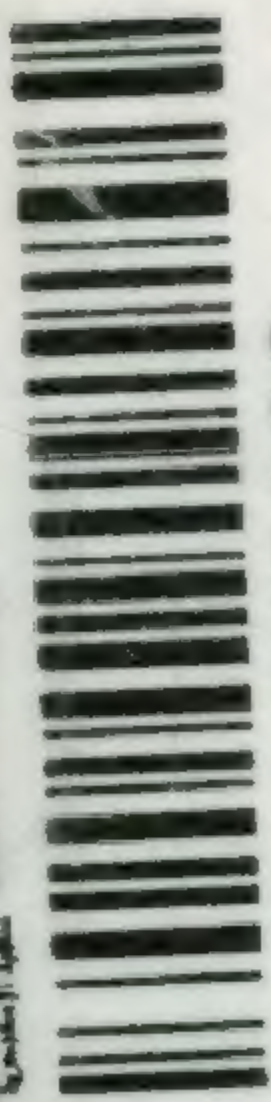
الخبرات العلمية والبحثية

عمل بجامعة الزقازيق منذ عام ١٩٨٣ حتى ١٩٩٨ م . أعير إلى الجماهيرية الليبية عام ١٩٩٣ م وعمل بكلية الطب البشري جامعة التحدي سرت . عين رئيس قسم الفسيولوجيا بها وأسس هذا القسم.

عاد إلى مصر عام ١٩٩٦ م وندب للإنشاء وتأسيس قسم الفسيولوجيا بكلية الطب البيطري جامعة المنصورة. نقل في عام ١٩٩٨ م إلى جامعة المنصورة وعين بها أستاذ علم وظائف الأعضاء ورئيس قسم الفسيولوجيا (وظائف الأعضاء) حتى عام ٢٠٠١ .

ثم أعير إلى جامعة الملك سعود كلية الزراعة والطب البيطري قسم الطب البيطري منذ عام ٢٠٠٢ م حتى عام ٢٠٠٩ م وعاد إلى مصر بعد إنتهاء الأمانة . وعين رئيس قسم الفسيولوجيا بكلية الطب البيطري جامعة المنصورة ٢٠١٠/٢/٧ م وحتى الآن. وله أكثر من ٣٤ بحث علمي منشور في الدوريات والمجلات العلمية في تخصص الفسيولوجيا أو علم وظائف الأعضاء . وله ١٠ كتب مؤلفة باللغة العربية والانجليزية وأشرف على ١٠ رسائل الماجستير والدكتوراه في جامعات الزقازيق والمنصورة وجامعة القصيم.

Bibliotheca Alexandrina



1237188

رقم: ٩٧٨-٦٠٢-٨٠١٨-٢١-٧